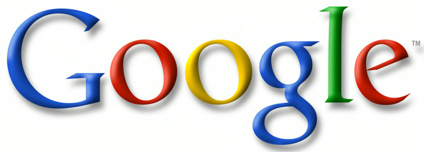








SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1882.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS MAI.

STÜCK I—XXVI MIT ZEHN TAFELN.

BERLIN. 1882.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

INHALT.

1882.

I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

12. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Muellenhoff las: Ueber die Voluspa.

Ausgegeben am 19. Januar.

1882.

II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

12. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Eichler las: Ueber Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen. Die dem Secretariat übergebene Abhandlung erscheint, sobald die zugehörige lithographische Tafel fertig ist.

2. Hr. Websky legte eine Abhandlung von Hrn. E. Reusch in Tübingen vor: Ueber gewundene Bergkrystalle. Die Classe genehmigte deren Aufnahme in die Sitzungsberichte. Die dem Secretariat übergebene Abhandlung erscheint, sobald die zugehörige lithographische Tafel fertig ist.

Ausgegeben am 19. Januar.

1882.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Landolt las: Ueber die Molecular-Refraction organischer Verbindungen. Die dem Secretariat übergebene Abhandlung erscheint, sobald die zugehörigen Zahlentabellen gedruckt sind.

2. Hr. Waitz berichtete nach Briefen des Hrn. Dr. v. Pflugk-Harttung über die Resultate einer von diesem zum Behuf der Untersuchung und Sammlung von Papsturkunden der älteren Zeit bis 1200 nach Italien unternommenen Reise, zu welcher die Akademie eine Unterstützung bewilligt hat. Derselbe besuchte zuerst Norditalien und arbeitete in den Archiven zu Verona, Mantua, Cremona, Piacenza, Parma, Castel Aquato, Reggio, Modena, Nonantula, Bologna, Arezzo, wenn auch durch mangelhafte Einrichtungen in manchem gehemmt, doch nicht ohne erhebliche Ausbeute. Er begab sich dann nach Rom, wo er Zutritt auch zu dem Vaticanischen Archiv und mehreren Kirchenarchiven, namentlich auch dem des Lateran, erhielt und ausserdem in den Bibliotheken für seine Zwecke sammelte. Weiter wurden Monte Cassino, La Cava, Veroli, Salerno, Piperno, Spoleto, auch noch einmal Arezzo besucht. Während seines Aufenthalts in Florenz hatte derselbe eine schwere Krankheit zu bestehen, die seine Thätigkeit auch nachher lähmte. Doch wurden die Arbeiten in den Archiven Toscana's, der Lombardei und Piemont's mit gutem Erfolge fortgesetzt, nur in Turin nicht ganz vollendet. Das Gesammtergebnis sind ca. 500 Abschriften,

ebenso viele Beschreibungen von Originalen, ca. 250 Pausen und eine erhebliche Anzahl von anderen Notizen, so dass Dr. v. Pflugk-Harttung hofft, nicht blos einen reichen zweiten Band seiner Acta pontificum herausgeben zu können, sondern auch das Material zu einer päpstlichen Diplomatik bis zum Jahre 1200 in Händen zu haben.

3. Die Akademie erfuhr mit schmerzlicher Theilnahme den Tod zweier correspondirenden Mitglieder: des Hrn. Theodor Schwann, Professors der Physiologie in Lüttich, gestorben zu Cöln a. Rh. am 11. d.; und des Hrn. Adrien de Longpérier, Numismatikers, gestorben zu Paris am 14. d.

4. Unter dem 16. d. richtete die Akademie folgende Zuschrift an ihr correspondirendes Mitglied, Hrn. Theodor Ludwig von Bischoff in München, welcher an diesem Tage das fünfzigjährige Erinnerungsfest an seine Promotion zum Doctor der Medicin beging:

Hochgeehrter Herr,

Die Berliner Akademie der Wissenschaften, welche seit fast dreissig Jahren Sie zu ihren correspondirenden Mitgliedern zählt, hat ganz besonderen Anlass, Ihnen zum heutigen Tage aufrichtige und warme Glückwünsche darzubringen. Mit den segensreichsten Erfolgen war Ihre rastlose Forscherarbeit der Entwickelungsgeschichte, der vergleichenden Anatomie, und der Lehre vom Stoffwechsel zugewendet.

Kurz nachdem Sie, heute vor fünfzig Jahren, unter Tiedemann's und Arnold's Aegide Ihre Inaugural-Dissertation über die motorischen Eigenschaften des N. accessorius Willisii öffentlich vertheidigten, begannen Sie über die Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere eine Reihe von Untersuchungen, welche drei Jahrzehnte lang mit unermüdeter Thatkraft fortgeführt, Ihrem Namen neben dem eines Caspar Friedrich Wolff, eines v. Baer, eines Pander und eines D'Alton, für immer einen der ersten Plätze sichern. Von der zu ausschliesslichen Betrachtung des bebrüteten Hühnchens leiteten vornehmlich Sie die Embryologie über zu den ungleich versteckteren Vorgängen im Säugethier-Uterus. Ihre Beiträge zur Kenntniss der Eihüllen waren die erste Frucht dieser Studien. Schnell erwarben Sie sich auf diesem Gebiete solche Anerkennung, dass der Tradition nach bei einer von ihr gestellten Preisaufgabe unsere Akademie besonders auf Sie rechnete; nicht vergebens, denn Ihre Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies trug den Preis davon.

Damals beschäftigte eine neue und unerhörte Lehre lebhaft alle Physiologen. Das uralte Räthsel der monatlichen Reinigung, welches tief in die Sittengeschichte vieler Völker wie in die Geschichte der Medicin eingreift, sollte auf die überraschendste Weise gelöst sein. Allein die Behauptung, die Menstruation sei eine Brunst und auch ohne Begattung

löse sich dabei ein Ei, war bis zu Ihnen mehr sinnreiche Hypothese als wohlbeglaubigte Theorie. Sie ruhten nicht eher, als bis Sie Pouchet's Anschauung diesen Rang ertheilten.

Es liegt in der Natur der Dinge, dass auf Leistungen, wie Ihre Entwickelungsgeschichte des Hundes und des Meerschweinchens hier nicht eingegangen werden kann. Enthüllte letzteres Ihnen die fremdartige Thatsache eines verkehrt gelagerten Embryos, so lieferten Sie in Ihrer Entwickelungsgeschichte des Rehes den nicht minder auffallenden Nachweis, dass das befruchtete Reh-Ei monatelang der Entwickelung harrt. Unstreitig wiesen Sie hier, wie in Ihrer Untersuchung über die Ranzzeit des Fuchses und die erste Entwickelung seines Eies, unserer Wissenschaft, welche allzu sehr dazu neigt, sich an einzelne Paradigmen zu halten, in der vergleichend-physiologischen Richtung den Weg zu noch mancher wichtigen Entdeckung.

Aber trotz Ihrer Vorliebe für ein Feld, wo Sie sich als Meister fühlen dürfen, waren Sie weit davon entfernt, Ihre Forschungen darauf zu beschränken. Die vergleichende Anatomie, die Sie früh mit einer classischen Monographie des Lungenfisches beschenkten, hatte Ihnen noch jüngst vortreffliche Beobachtungen über das Gehirn der Anthropomorphen, sowie über Menschen- und Affenhand zu danken; und die Freundschaft, welche Sie mit einem der schöpferischsten Geister, mit Justus Liebig, verband, regte Sie zu Ihren bedeutenden Arbeiten über den Stickstoffwechsel im Thierkörper an. Diese Seite Ihrer Thätigkeit wirkt noch fort um Sie her in Arbeiten, von deren Ruhm kein kleiner Theil auf Sie zurückfällt.

Wir sprechen nicht von Ihrer ausgebreiteten Wirksamkeit als Lehrer an vier Universitäten, als Berichterstatter der Wissenschaft, als Gründer von Sammlungen und Instituten. Im Kreise deutscher Physiologen und Anatomen vertreten Sie heute als der letzten Einer das dahinschwindende grosse Geschlecht, dem die Aufgabe ward die Scharte auszuwetzen, welche eine falsche Naturphilosophie der deutschen Wissenschaft schlug. Möge ein gütiges Geschick Sie noch lange der Wissenschaft zur Zierde und zum Nutzen erhalten; möge auch im höheren Alter, zur Freude Ihrer zahlreichen Freunde und Verehrer, Ihnen die stets bewährte Geisteskraft und Sinnenschärfe nie versagen.

Ausgegeben am 26. Januar.

1882.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

26. Januar. Oeffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstages FRIEDRICH's II.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar, Hr. CURTIUS, eröffnete die Sitzung mit folgenden Worten:

An dem heutigen Jahresfeste wenden sich unsere Gedanken unwillkürlich auf die Anfänge unseres Vereins, auf eine Zeit, die einzig in ihrer Art war, da ein König Preussens, der zugleich ein Fürst an Geist und Bildung war, den Grundstein unserer Akademie legte, die er als Landesherr in das Leben rief, die er als Sachkenner einrichtete und leitete, der er selbst als thätiges Mitglied angehörte. Bei dem Rückblick auf diese Zeit drängen sich uns die Fragen auf: was sollte die Akademie nach seinem Plane sein und was ist uns seine Stiftung heute?

Eine Akademie der Wissenschaften galt damals für einen Schmuck, dessen kein Staat entbehren durfte. Für FRIEDRICH aber war sie mehr. Sie sollte nicht bloss eine Zierde seines Thrones sein und der Hauptstadt des neuen Grossstaats einen Nimbus verleihen; sie war ihm eine unentbehrliche Ausstattung desselben, um der äusseren Machtstellung ein inneres Gleichgewicht zu geben.

An Gelehrten fehlte es nicht, aber sie lebten in der engen Atmosphäre ihrer Bücherstuben. FRIEDRICH wollte sie an das Licht und in die Strömung des öffentlichen Lebens hinausführen; sie sollten nicht bloss Kenntnisse anhäufen, sondern sie zum allgemeinen Besten verwerthen lernen. Die Fachgelehrsamkeit sollte mit allgemeinem

Urtheil über menschliche Dinge, mit Geschmack und Phantasie verschmolzen werden, um Wissenschaft und Litteratur wieder in den richtigen Zusammenhang zu bringen. Ein Kreis sollte sich bilden, in welchem die leistungsfähigsten Kräfte sich zu gemeinsamem Wirken sammelten, ein Herd höherer Intelligenz, der auch auf hervorragende Talente des Auslandes eine Anziehung ausüben könnte.

Aus diesen Gesichtspunkten erklären sich die Aenderungen, welche der König mit der von Leibniz gestifteten Gesellschaft der Wissenschaften vornahm. Noch war kein halbes Jahrhundert verflossen, seit ihr Statut durch den ersten König Friedrich unterzeichnet war, und wie altfränkisch erschien es schon im Lichte des Zeitgeistes, dessen Träger und Herold Friedrich der Zweite war!

Damals gingen Wissenschaft und Theologie noch so in einander über, dass jedes wissenschaftliche Institut verpflichtet schien, auch für geläuterte Gotteserkenntniss unmittelbar einzutreten. Die neue Akademie war eine Stätte der Geistesfreiheit, welche die Denker des achtzehnten Jahrhunderts leitete, die nicht in geschriebenen Urkunden die Zeugnisse des Göttlichen suchten, sondern in den Thatsachen des Natürlichen, in den Wahrheiten der Geometrie, in der Ordnung des Weltgebäudes. Das Streben nach unbedingter Wahrheit wurde darum nicht verläugnet.

Im Gegentheil. Man hatte hier ein sehr bestimmtes Ziel vor Augen. Man gestand sich ein, dass man es in den exakten Wissenschaften wie in den philologischen Disciplinen mit den entsprechenden Sektionen Frankreichs nicht aufnehmen könne. Um so mehr legte aber König Friedrich in seiner Organisation von 1746 einen besonderen Nachdruck darauf, dass die Philosophie das Centrum sein solle, als die Mutter und die Königin aller Wissenschaften, von welchem jede einzelne Disciplin Norm und Leben empfange. Dies wurde in der Periode nach Leibniz viel nachdrücklicher als früher hervorgehoben. Auch die Physik wurde als experimentelle Philosophie bezeichnet; für die speculative Forschung aber eine besondere Klasse eingerichtet, welcher Friedrich eine sehr durchgeführte Organisation gab.

Wenn sich hierin ein tiefer Zug deutscher Geistesanlage erkennen lässt, wurde sonst Alles, was von nationalen Gesichtspunkten im Leibnizischen Programm vorhanden war, rücksichtslos beseitigt. Man sah darin nichts als Unfreiheit, als eine Enge, aus welcher der Geist in den weitesten Horizont hinaus geführt werden sollte. Erleuchtung der Welt erschien als das einzig denkbare Ziel; also musste auch eine Weltsprache das Organ der Akademie sein.

Das Latein, mit dem zur Zeit des Grossen Kurfürsten auch die Frauen vom Stande noch vertraut zu sein pflegten, vermochte doch nur

die Gelehrten aller Nationen zu verbinden. Die Scheidewand zwischen Gelehrten und Gebildeten sollte ja aber hinweggeräumt werden. Deshalb schien die neue Weltsprache das einzige Organ zu sein, in welchem die preussische Akademie europäischen Ruf erlangen könnte.

Darum war sie aber keine Nachäffung des pariser Modells, und wenn sie auch, im Königsschloss eröffnet, ebendaselbst eine Zeit lang ihre Sitzungen hielt, wie die französische im Louvre, wenn auch Vertraute des Souveräns ihre Vorstände waren und die Organisation bis in das Einzelne von ihm ausging, so ehrte FRIEDRICH doch die republikanische Selbständigkeit, deren keine gelehrte Genossenschaft entbehren kann. Die Akademiker waren keine Hofgelehrten wie in Paris, und waren nicht verbunden jeden akademischen Vortrag mit einer Huldigung an den regierenden Landesherrn zu schliessen.

Seit FRIEDRICH ist Vieles anders geworden, äusserlich und innerlich.

Zwar umfängt uns noch dasselbe Haus, das die Akademie 1752 in der Neustadt von Berlin bezog, in seinem mehr durch geschichtliche Erinnerungen als durch architektonische Würde ausgezeichneten Bau, aber der Kalender ist nicht mehr akademische Domäne und der ländliche Grundbesitz, auf welchen die Akademie angewiesen war, die Maulbeerpflanzungen bei Berlin, Spandau und Potsdam sind nicht mehr unser, so dass wir den neu Eintretenden nicht mehr die Aussicht eröffnen können, Seide bei uns zu spinnen.

Was das innere Leben der Akademie betrifft, so konnte die speculative Philosophie auf die Dauer nicht den Platz behaupten, welchen FRIEDRICH ihr zugewiesen hatte. Sie lässt sich ihrer Natur nach nicht akademisch behandeln, und der zähe Gegensatz, welchen die Klasse der Philosophen dem wahren Philosophen der Zeit, IMMANUEL KANT gegenüber einnahm, zeugt handgreiflich gegen die Zweckmässigkeit der königlichen Organisation.

Dagegen mussten die exakten Wissenschaften einerseits, die historische Forschung andererseits immer kräftiger hervortreten, und damit hängt die Umgestaltung des Viergespanns in das Zweiklassensystem zusammen.

Die entschiedenste Gegenströmung betraf die Sprache. Eine französisch redende Akademie musste ein Fremdling im Vaterlande bleiben. Man ging also gleich nach FRIEDRICH's Tode auf die Gesichtspunkte von LEIBNIZ zurück; man gab den deutschen Gelehrten ihre Muttersprache zurück und machte seit RAMLER's und ENGEL's Eintritt die Pflege derselben ihr zur besondern Aufgabe, wenn es auch bis in den Anfang dieses Jahrhunderts dauerte, ehe man ganz mit der Tradition FRIEDRICH's brach.

Von einzelnen Einseitigkeiten abgesehen, welche die Zeit Friedrich's nicht überdauern konnten, musste die Stellung der Akademie auch im Ganzen eine andere werden.

Bei dem mächtigen Aufschwunge nationaler Litteratur und Forschung konnte sie den Platz nicht behaupten, welchen sie in einer an geistigem Leben armen Stadt einnehmen sollte, und seit Gründung der Universität musste die geistige Anregung grossentheils an diese übergehen, welche durch ihre unmittelbare Berührung mit der Jugend berufen war, die geistige Führung zu übernehmen, welche König Friedrich seiner Akademie zugedacht hatte.

Innerhalb ihres bescheidneren Wirkungskreises hat sie aber erst ihren festen Charakter gewonnen, und wir können behaupten, dass nach den mancherlei Versuchen, die Stiftung von Leibniz und König Friedrich zeitgemäss umzugestalten, dieselbe erst unter Friedrich Wilhelm III. ihres Berufs in Staat und Wissenschaft vollbewusst und sicher geworden ist.

Er bezieht sich auf drei Punkte.

Die Wissenschaften bedürfen einer von der Ueberlieferung des Erforschten unabhängigen, einer nur der Förderung der Erkenntniss zugewendeten Pflege. Die Akademie hat also den Beruf, auf allen Gebieten die gesunden Keime vorwärts dringender Forschung zu erkennen und zu fördern, ihre Ergebnisse zu verwerthen, die geistige Arbeit auf wichtige Probleme hinzuleiten und mit Hülfe der ihr zu Gebote gestellten Mittel grössere Unternehmungen in's Werk zu setzen, welche für den sichern Fortschritt der Wissenschaft unentbehrlich sind, aber durch die Mittel und Kräfte Einzelner nicht ausgeführt werden können.

Die Akademie ist zweitens eine Körperschaft von Sachverständigen, welche den Staatsbehörden über wissenschaftliche Fragen und insbesondere über die Zweckmässigkeit gelehrter Arbeiten, für welche öffentliche Mittel in Anspruch genommen werden, ihr Gutachten auszusprechen berufen ist.

Endlich hat unsere Akademie den hohen Beruf, die verschiedenen Zweige menschlicher Erkenntniss, welche auf den Lehranstalten, den verschiedenen Lebensberufen entsprechend, nach allen Seiten auseinander gehen, als Einheit zu vertreten. Sie ist in Klassen gegliedert, aber nicht geschieden; sie ist bei unablässiger Förderung jeder Spezialforschung und jeder neuen Forschungsmethode berufen und verpflichtet, in gegenseitiger Verständigung über die letzten Ziele aller Erkenntniss sich um einen Mittelpunkt zu sammeln und einer Zersplitterung vorzubeugen, welche, mehr und mehr fortschreitend, zum Verfalle der wissenschaftlichen Bildung führen müsste. Das ist die Aufgabe, an

welche uns auch der Name mahnt, den unsere Genossenschaft seit Friedrich's Tagen trägt.

Die Akademien gleichen den Pflanzen, welche, von aussen eingeführt, nach den besondern Bedingungen von Klima und Boden, sich so mannigfaltig entwickelt haben, dass die ursprüngliche Einheit der Gewächse kaum wieder zu erkennen ist.

König Friedrich dachte bei seiner Stiftung nicht an den Garten bei Athen, dessen Namen durch Platon einen solchen Zauber erhalten hat, dass man mit ihm die Todten lebendig und eine idealisirte Vergangenheit verwirklichen zu können glaubte, dass von Florenz durch ganz Italien, von Italien durch Europa, von Europa in die fernsten Colonien der Name gewandert ist, als wenn eine Akademie jeder Stadt erst den Stempel höherer Cultur verliehe.

Uns ist Athen wieder näher getreten und unsere Aufgabe ist es, von der Ueberlieferung romanischer Länder unabhängig, diejenigen Beziehungen zu pflegen, welche alle echten Gelehrtenvereine, und unbewusst auch die Stiftung Friedrich's II., mit der ältesten Akademie der Welt, der Urakademie, verbinden.

Hier finden wir zuerst die richtige Verbindung des Nationalen mit dem über alle Völkerscheiden erhabenen Dienste der Wahrheit.

Die schroffen Gegensätze der alten Welt sind unter den Oelbäumen der Akademie zuerst versöhnt worden, wo ein Perser als dankbarer Schüler das Bildniss Platons weihte. Hier ist das National-Hellenische als Eigenthum der Menschheit anerkannt worden, und ebenso die unlösbare Einheit aller höheren Erkenntniss, die volle Hingabe des Gemüths, ohne welche das Uebersinnliche nicht erfasst werden kann, und der Flug des poetischen Gedankens, andererseits die strenge Methode exakter Forschung und die Anerkennung der Mathematik als Voraussetzung aller philosophischen Bildung; hier das persönliche Zusammengehen und die persönliche Wechselwirkung der Forschenden als unentbehrliche Ergänzung des geschriebenen Wortes; hier endlich der edle Wettkampf aller Glieder einer Genossenschaft in Erforschung der Wahrheit, wie er in dem Wettlaufe der Fackelträger vorbildlich dargestellt war, der vom Altar des Prometheus nach dem Thore von Athen gerichtet war.

Neben dem Prometheus-Altare aber stand ein Altar des Eros unmittelbar vor dem Eingange, zum Zeugniss, dass das Leben eines wahren Forschers nicht von einer kühlen Entschliessung ausgehen könne, wie wenn Einer nach verständiger Ueberlegung aller Gründe für und wider sich für einen Lebenslauf bestimmt, sondern der Keim des Forscherlebens sei ein der Seele eingepflanzter Trieb, welcher dem

Menschen keine Ruhe lasse, ein brennendes Verlangen nach Wahrheit, ein unwillkürlicher, übermächtiger Zug nach Erkenntniss.

Das ist der Eros, von dem Plutarch sagt: Wie in Rom, wenn ein Dictator erwählt ist, alle anderen Gewalten aufhören, so ist es auch, wenn Eros in der Seele die Herrschaft gewonnen hat; wir sind dann von allen anderen Gebietern frei und ledig.

Das sind die maassgebenden Gedanken, welche mit unvergänglicher Wahrheit von dem Garten bei Athen auf alle Genossenschaften übergehen, die würdig sind, seinen unsterblichen Namen zu tragen, wo, entfernt vom Lärm des Tages, fern von den Leidenschaften der Partei, die den Menschen verwildern und den Staat zerrütten, nur ein Ziel Allen vorschwebt, die Erkenntniss zu fördern und in selbstlosem Dienste der Wahrheit das Vaterland zu ehren.

So ist trotz aller Verschiedenheit nach Zeit und Ort und aller Wandelung der Formen ungeachtet zwischen allen wahren Akademien ein tiefer Zusammenhang, und in diesem Sinne erfüllen auch wir an unserem Theile, was König Friedrich von seiner Akademie erwartete.

Sodann berichtete derselbe über die seit der letzten Jahresfeier Friedrich's II. eingetretenen Personalveränderungen. Die Akademie verlor im Laufe des Jahres durch den Tod ihr ordentliches Mitglied Adalbert Kuhn; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Henri Sainte-Claire Deville in Paris, Heinrich Eduard Heine in Halle, Theodor Schwann in Lüttich und die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe Jacob Bernais in Bonn, Bernhard Dorn in St. Petersburg, Theodor Benfey in Göttingen, Hermann Lotze in Berlin, der im Begriff stand, ihr als ordentliches Mitglied näher verbunden zu werden, Theodor Bergk in Bonn, Ferdinand Keller in Zürich, Adrien de Lorgpérier in Paris. Neu gewählt wurden als ordentliches Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hr. Hans Landolt, als ordentliche Mitglieder der philosophisch-historischen Classe die HH. Adolph Tobler, Wilhelm Wattenbach, Hermann Diels. Zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe wurden gewählt die HH. Franz Ritter von Hauer in Wien, Theodor Kjerulf in Christiania, Ferdinand Freiherr von Richthofen in Bonn und Gustav Tschermak in Wien.

Papieren. Durch diese bei Veit & Comp. in Leipzig als stattlicher Octavband mit vielen Abbildungen erschienene Bearbeitung ist wohl der grösste Theil der Sachs'schen Reiseergebnisse, um welche man nach seinem jähen Tode besorgt sein konnte, nunmehr als geborgen zu betrachten. Aber sie trug noch eine andere glückliche Frucht.

Hr. Prof. Fritsch, dem der anatomische Nachlass des Dr. Sachs zugefallen war, gewann dadurch für die elektrischen Fische solches Interesse, dass der Wunsch in ihm entsprang, sich deren Erforschung weiter zu widmen, und gewisse bei unseren Arbeiten entstandene Fragen am Malopterurus des Nils und den Mittelmeer-Torpedineen behandeln zu gehen. Die Akademie bewilligte ihm aus der Humboldt-Stiftung die nöthigen Mittel, und am 28. September v. J. landete er in Alexandrien. Für die Fahrt von Triest hatte Hr. Baron von Bruck, Director des Oesterreichischen Lloyds, in dem den wissenschaftlichen Reisenden oft bewiesenen grossen Sinn dieses Instituts, namhafte Vergünstigungen gewährt. Auf dem ihm von früher her bekannten egyptischen Boden ward Prof. Fritsch der beste Empfang. Das Auswärtige Amt, dessen dienstbereiter Thatkraft Akademie und Curatorium bei jedem neuen Reiseunternehmen neu verpflichtet werden, hatte ihn mit eindringlichen Empfehlungen versehen. Durch Vermittelung des deutschen General-Consulats von Seiner Hoheit dem Khedive empfangen, erhielt er, dem von uns ausgesprochenen Wunsche gemäss, einen Fermân, um unbehindert durch die Steuererhebung Nilfische möglichst frisch zu bekommen. Angesehene europäische Kaufherren, wie Hr. Tschudi (Planta & Comp. in Alexandrien), nicht minder ein berühmter ehemaliger Reisender der Stiftung, Hr. Dr. Georg Schweinfurth, und dessen Genosse auf der Fahrt nach Socotra, Hr. Dr. Mantey, standen ihm mit Rath und That bei.

Es giebt ein Maass der Schwierigkeit biologischer Studien, dass trotz solcher Hülfe, trotz reichlich gespendeten Bachschischs, und trotz der Wahl der nach den bisherigen Angaben günstigsten Jahreszeit kein für den physiologischen Theil der beabsichtigten Untersuchungen brauchbares Material in seine eigenen Hände gelangte. Erst nach der, durch die in Kleinasien drohende Gesundheitssperre gebotenen Abreise des Prof. Fritsch am 17. December, gelangte in Folge seiner Maassnahmen ein Zitterwels noch lebend in Dr. Mantey's Hände, der daran sofort Hrn. Babuchin's schönen Versuch über doppelsinnige Nervenleitung mit Erfolg wiederholte. Zum Theil verschuldete wohl der ungewöhnlich hohe Stand des Nils und die auffallend kalte und rauhe Witterung diese ganz besondere Seltenheit der Malopteruri. Ueber eine der wichtigsten Fragen, die Fortpflanzung des Zitterwelses, gelangen unter diesen Umständen nur vorbereitende Studien. Sehr ergiebig ward

dagegen Prof. Fritsch's egyptischer Aufenthalt für die trotz Bilharz' grundlegender Monographie und Hrn. Babuchin's sinnreichen Forschungen noch immer räthselvolle Zitterwels-Anatomie. In einem seinen Briefen und Abbildungen entnommenen »Vorläufigen Bericht« gab am 22. December v. J. der Vortragende der Akademie eine Uebersicht jener Ergebnisse. An allgemeinem Interesse obenan steht darunter die nähere Beschreibung des vielleicht merkwürdigsten Gegenstandes der Histologie, der vor fünfundzwanzig Jahren von Bilharz entdeckten, aber seit ihm, wie es scheint, von Niemand wieder angesehenen Riesen-Ganglienzelle im Halsmark des Zitterwelses, aus welcher der den elektrischen Nerven ausmachende Axencylinder entspringt.

In den älteren Lehrbüchern der Physiologie werden ausser dem Gymnotus, dem Malopterurus und der Torpedo noch drei andere Fische als elektrisch angeführt. Längst fanden wir uns darin, diese Nachrichten unter die physiologischen Mythen zu stellen, und oft bedauerten wir, dass die Natur mit der Wiederholung eines so merkwürdigen Phänomens so sparsam gewesen sei. Zwar hatten anatomische Forschungen bei Verwandten des Zitterrochen und bei den Nilfischen Mormyrus, Organe aufgedeckt, die elektrischen Organen auffallend glichen. Da es aber nie gelungen war, diesen Organen elektrische Wirkungen zu entlocken, nannten wir sie pseudoëlektrische Organe. Doch hatte neuerlich Hr. Ch. Robin am pseudoëlektrischen Organ des gemeinen Rochen und Hr. Babuchin an dem der Mormyri einige Zeichen elektrischer Wirksamkeit erhalten, so dass schon letzterer Forscher sich berechtigt glaubte, die pseudoëlektrischen Organe einfach als kleine und schwache elektrische Organe aufzufassen. Es ist als ein sehr dankenswerther Erfolg des Prof. Fritsch anzusehen, dass er hier allen Zweifeln ein Ende machte durch die Beobachtung verhältnissmässig kräftiger elektrischer Schläge, welche ein kleiner Mormyrus bei passender Ableitung ganz nach Art eines der bekannteren elektrischen Fische ertheilte.

Von Egypten, wo ihn seine Arbeiten nach Suez und den Nil aufwärts bis jenseit des ersten Kataraktes führten, begab sich Prof. Fritsch zunächst nach Smyrna, wo er schon früher einmal eine günstige Gelegenheit für Studien an Zitterrochen erkannt hatte. Er verweilt gegenwärtig in Neapel, dessen zoologische Station ihm manchen sonst schwer zu erreichenden Vortheil verspricht, und wir dürfen hoffen, ihn gegen Ende des Winters mit einer reichen Ausbeute auch nicht auf elektrische Fische bezüglicher, vergleichend-anatomischer und -histologischer, wie auch biologischer Thatsachen heimkehren zu sehen.

Das Capital der Stiftung hat sich im vorigen Jahre um rund 2400 Mark, noch immer aus dem v. Frantzius'schen Legate vermehrt.

Die für das laufende Jahr für Stiftungszwecke verfügbare Summe beläuft sich statutenmässig abgerundet auf 10050 Mark.

Zum Schluss las Hr. Duncker: Ueber die Coalition des Jahres 1756 gegen Preussen. Der Vortrag wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

Ausgegeben am 2. Februar.

1882.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

2. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Droysen las: Ueber das Finanzwesen der Ptolemäer. Die dem Secretariat übergebene Abhandlung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

Ausgegeben am 9. Februar.

1882.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

2. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Helmholtz las die umstehend abgedruckte Abhandlung.

2. Hr. W. Peters überreichte eine Abhandlung des Hrn. Dr. Th. Studer, Professors in Bern, unter dem Titel: Uebersicht über die Ophiuriden, welche während der Reise S. M. S. »Gazelle« um die Erde 1874—1876 gesammelt wurden.

3. Die Classe beschloss, in Gemässheit mit den Bestimmungen über Herausgabe von Sitzungsberichten der Akademie, eine besondere Ausgabe von Mittheilungen aus diesen Berichten zu veranstalten, welche unter dem Titel: Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten u. s. w., alle dem Bereich der Classe zugehörigen Wissenschaften unfassen sollen.

Die Thermodynamik chemischer Vorgänge.

Von H. Helmholtz.

Die bisherigen Untersuchungen über die Arbeitswerthe chemischer Vorgänge beziehen sich fast ausschliesslich auf die bei Herstellung und Lösung der Verbindungen auftretenden oder verschwindenden Wärmemengen. Nun sind aber mit den meisten chemischen Veränderungen Aenderungen des Aggregatzustandes und der Dichtigkeit der betreffenden Körper unlöslich verbunden. Von diesen letzteren aber wissen wir schon, dass sie Arbeit in zweierlei Form zu erzeugen oder zu verbrauchen fähig sind, nämlich erstens in der Form von Wärme, zweitens in Form anderer, unbeschränkt verwandelbarer Arbeit. Ein Wärmevorrath ist bekanntlich nach dem von Hrn. Clausius präciser gefassten Carnot'schen Gesetze nicht unbeschränkt in andere Arbeitsäquivalente verwandelbar: wir können das immer nur dadurch und auch dann nur theilweise erreichen, dass wir den nicht verwandelten Rest der Wärme in einen Körper niederer Temperatur übergehen lassen. Wir wissen, dass beim Schmelzen, Verdampfen, bei Ausdehnung von Gasen u. s. w. auch Wärme aus den umgebenden gleich temperirten Körpern herbeigezogen werden kann, um in Arbeit anderer Form überzugehen. Da solche Veränderungen, wie gesagt, unlöslich mit den meisten chemischen Vorgängen verbunden sind, so zeigt schon dieser Umstand, dass man auch bei den letzteren nach der Entstehung dieser zwei Formen von Arbeitsäquivalenten fragen, und sie unter die Gesichtspunkte des Carnot'schen Gesetzes stellen muss. Bekannt ist längst, dass es von selbst eintretende und ohne äussere Triebkraft weitergehende chemische Processe giebt, bei denen Kälte erzeugt wird. Von diesen Vorgängen wissen die bisherigen theoretischen Betrachtungen, welche nur die zu entwickelnde Wärme als das Maass für den Arbeitswerth der chemischen Verwandtschaftskräfte betrachten, keine genügende Rechenschaft zu geben[1]. Sie erscheinen vielmehr als Vorgänge,

[1] Siehe B. Rathke über die Principien der Thermochemie in Abhandl. d. Naturforsch. Ges. zu Halle. Bd. XV.

welche gegen die Verwandtschaftskräfte zu St[illegible]. Der Hauptsache nach ist die ältere Ansicht, die ich selbst [illegible]nen früheren Schriften vertreten habe, allerdings gerechtfertigt. [illegible]s ist keine Frage, dass namentlich in den Fällen, wo die mächtigeren Verwandtschaftskräfte wirken, die stärkere Wärmeentwicklung mit der grösseren Verwandtschaft zusammenfällt, soweit letztere durch die Entstehung und Lösung der chemischen Verbindungen zu erkennen ist. Aber beide fallen doch nicht in allen Fällen zusammen. Wenn wir nun bedenken, dass die chemischen Kräfte nicht blos Wärme, sondern auch andere Formen der Energie hervorbringen können, letzteres sogar ohne dass irgend eine der Grösse der Leistung entsprechende Aenderung der Temperatur in den zusammenwirkenden Körpern einzutreten braucht, wie z. B. bei den Arbeitsleistungen der galvanisch[illegible] [illegible]tterien: so scheint es mir nicht fraglich, dass auch [illegible] [illegible]ischen Vorgängen die Scheidung zwischen dem freier Verwandlun[illegible] in andere Arbeitsformen fähigen Theile ihrer Verwandtschaftskräfte und dem nur als Wärme erzeugbaren Theile vorgenommen werden muss. Ich werde mir erlauben diese beiden Theile der Energie im Fo[illegible]den kurzweg als die frei[illegible]d die gebu[illegible]ene Energie [illegible]ichnen. Wir werden spät[illegible]u, dass die aus dem Ruhezusta[illegible]d bei constant gehaltener g[illegible]mässiger Temperatur des Systems von selb[illegible] tretenden und ohne Hilfe einer äusseren Arbeitskraft fortge[illegible]n Processe nur in solcher Richtung vor sich gehen können, dass die freie Energie abnimmt. In diese Kategorie werden auch die bei constant erhaltener Temperatur von selbst eintretenden und fortschreitenden chemischen Processe zu rechnen sein. Unter Voraussetzung unbeschränkter Gültigkeit des Clausius'schen Gesetzes würden es also die Werthe der freien Energie, nicht die der durch Wärmeentwicklung sich kundgebenden gesammten Energie sein, die darüber entscheiden, in welchem Sinne die chemische Verwandtschaft thätig werden kann.

Die Berechnung der freien Energie lässt sich der Regel nach nur bei solchen Veränderungen ausführen, die im Sinne der thermodynamischen Betrachtungen vollkommen reversibel sind. Dies ist der Fall bei vielen Lösungen und Mischungen, die innerhalb gewisser Grenzen nach beliebigen Verhältnissen hergestellt werden können. Auf solche beziehen sich zum Beispiel die von G. Kirchhoff[1] über Lösungen von Salzen und Gasen angestellten Untersuchungen. Für die nach festen Aequivalenten geschlossenen chemischen Verbindungen im engeren Sinne dagegen bilden die elektrolytischen Processe zwischen

[1] Poggendorff's Annalen Bd. 103 S. 177 u. 206. Bd. 104 S. 612.

unpolar[illegible] [illegible]len einen wichtigen Fall reversibler Vorgänge. In der T[illegible] [illegible]t durch die Frage nach dem Zusammenhange zwischen d[illegible] [illegible]chen Kraft solcher Ketten und den chemischen Veränderungen, die [illegible] ihnen vorgehen, zu dem hier zu entwickelnden Begriffe der freien chemischen Energie geführt worden. Denn auch hier drängen sich [illegible]en auf wie die, ob und wann die latente Wärme der bei der Wass[illegible]tzung sich entwickelnden Gase, oder die durch Auskrystallisiren eines bei der Elektrolyse erzeugten Salzes frei gewordene Wärme auf die elektromotorische Kraft Einfluss habe, oder nicht. Die von mir am 26. November 1877 gemachte Mittheilung »über galvanische Ströme verursacht durch Concentrationsunterschiede« fällt schon in dieses Gebiet hinein.

Die Vorgänge in einem constanten galvanischen Elemente, welche [illegible] verschwindend kleiner Stromintensität vor sich gehen, wobei man [illegible] dem Widerstand und dem Quadrat dieser Intensität proportionale [illegible]ärmeentwicklung im Schliessungsdrahte als verschwindende Grössen [illegible]eiter Ordnung vernachlässigen kann, sind vollkommen reversible [illegible]rocesse und müssen den thermodynamischen Gesetzen der reversiblen [illegible]e unterliegen. Wenn wir ein galvanisches Element von gleich[illegible] absoluter Temperatur ϑ (d. h. Temperatur gerechnet von [illegible] als Nullpunkt der Scala) haben, so wird dessen Zustand, w[illegible] elektrische Quantum $d\varepsilon$ hindurchgeht, dadurch verändert, dass ei[illegible] [illegible]ser Grösse $d\varepsilon$ proportionale chemische Veränderung eintritt, und wir können den Zustand des Elements betrachten als definirt durch die Menge von Elektricität ε, die in einer bestimmten, als positiv angenommenen Richtung durch dasselbe hindurchgegangen ist. Wenn die Enden der constanten Batterie mit den beiden Platten eines Condensators von sehr grosser Capacität verbunden sind, der zur Potentialdifferenz p geladen ist, so würde der Uebergang der Menge $d\varepsilon$ von der negativen zur positiven Platte des Condensators der Zunahme $p \cdot d\varepsilon$ im Vorrathe vorhandener elektrostatischer Energie entsprechen. Bezeichnen wir gleichzeitig mit dQ die Wärmemenge, welche wir dem galvanischen Elemente zuführen (beziehlich, wenn negativ, entziehen) müssen, um bei der genannten Ueberleitung von $d\varepsilon$ seine Temperatur constant zu halten, mit $\mathfrak{J}$ das mechanische Aequivalent der Wärmeeinheit und mit U den Gesammtvorrath der in ihm enthaltenen Energie, welche wir als Function von ϑ und ε ansehen können, so ist nach dem Satze von der Constanz der Energie

$$\mathfrak{J} \cdot dQ = \frac{\partial U}{\partial \vartheta} \cdot d\vartheta + \left(\frac{\partial U}{\partial \varepsilon} + p\right) \cdot d\varepsilon \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} \text{ I}$$

Andrerseits wird es nach dem Carnot-Clausius'schen Princip eine

Function der Variablen ϑ und ε geben, von Hrn. CLAUSIUS die Entropie des Systems genannt, deren Aenderung dS ist:

$$dS = \frac{1}{\vartheta} \cdot \mathfrak{J} \cdot dQ = \frac{1}{\vartheta} \cdot \frac{\partial U}{\partial \vartheta} \cdot d\vartheta + \frac{1}{\vartheta} \left[\frac{\partial U}{\partial \varepsilon} + p \right] d\varepsilon \ldots\ldots \quad \mathrm{I_a}$$

wobei

$$\frac{\partial S}{\partial \vartheta} = \frac{1}{\vartheta} \cdot \frac{\partial U}{\partial \vartheta}.$$

$$\frac{\partial S}{\partial \varepsilon} = \frac{1}{\vartheta} \left[\frac{\partial U}{\partial \varepsilon} + p \right].$$

Daraus folgt, dass

$$\frac{\partial^2 S}{\partial \vartheta \cdot \partial \varepsilon} = \frac{1}{\vartheta} \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial \vartheta \cdot \partial \varepsilon} = \frac{1}{\vartheta} \left[\frac{\partial^2 U}{\partial \varepsilon \cdot \partial \vartheta} + \frac{\partial p}{\partial \vartheta} \right] - \frac{1}{\vartheta^2} \left[\frac{\partial U}{\partial \varepsilon} + p \right].$$

oder

$$\vartheta \cdot \frac{\partial p}{\partial \vartheta} = \frac{\partial U}{\partial \varepsilon} + p.$$

Wir können also die Gleichung I nun schreiben

$$\mathfrak{J} \cdot dQ = \frac{\partial U}{\partial \vartheta} d\vartheta + \vartheta \cdot \frac{\partial p}{\partial \vartheta} d\varepsilon \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{I^*}$$

d. h. der letzte Summandus giebt das mechanische Aequivalent derjenigen Wärmemenge an, welche wir während des Uebergangs von $d\varepsilon$ dem galvanischen Elemente zuführen müssen, um seine Temperatur constant zu halten. In der That, wenn wir in $\mathrm{I^*}$ die Aenderung der Temperatur $d\vartheta$ gleich Null setzen, wird:

$$\vartheta \cdot \frac{\partial p}{\partial \vartheta} \cdot d\varepsilon = \mathfrak{J} \cdot dQ$$

Die in dieser Weise entwickelte Wärmemenge ist meistens verhältnissmässig klein, und bei kräftig arbeitenden Zellen würde sie schwer durch calorimetrische Versuche zwischen den weit grösseren Wärmemengen zu entdecken sein, die dem Widerstande der Leitung und dem Quadrat der Stromintensität proportional sind. Dazu kommen noch Unterschiede der Erwärmung an beiden Elektroden, die dem PELTIER'schen Phänomen bei den thermo-elektrischen Strömen in der Erscheinungsweise ähnlich sehen, wenn sie auch vielleicht in den Ursachen verschieden sind. Dagegen lässt sich viel leichter und mit grosser Schärfe ermitteln, ob die elektromotorische Kraft eines constanten galvanischen Elements mit steigender Temperatur ab- oder zunimmt.

Versuche letzterer Art sind angestellt worden von Lindig[1]; leider beziehen sie sich hauptsächlich auf einen nicht streng reversibeln Fall, nämlich Daniell'sche Zellen, bei denen das Zink in verdünnte Schwefelsäure tauchte, die beim rückwärts gerichteten Strom also H am Zink entwickeln mussten. Wirklich reversible Daniell, bei denen das Zink in Zinkvitriollösung taucht, zeigen nach neuerlich von mir selbst angestellten Versuchen bei steigender Temperatur Abnahme der Kraft, wenn die Zinklösung mässig oder sehr concentrirt ist, dagegen Zunahme bei sehr verdünnten Zinklösungen. Zwischen diesen beiden Alternativen giebt es eine Grenze, wo die elektromotorische Kraft von der Temperatur nicht merklich abhängig ist. Bei concentrirter Kupferlösung ist dies mit einer Zinklösung der Fall, deren specifisches Gewicht etwa 1.04 beträgt.

Die Ketten von Hrn. Latimer Clark, wo in concentrirter Zinklösung eine Schicht von Mercurosulfat auf Quecksilber als der Anode liegt, und die Kathode durch amalgamirtes Zink gebildet wird, sind zu scharfen Messungen besonders geeignet, weil man nicht mit der Diffusion zweier Flüssigkeiten zu kämpfen hat, und das Ganze selbst vollständig in Glas einschmelzen kann. Ihre elektromotorische Kraft ist in besonders auffallender Weise von der Temperatur abhängig. Hr. L. Clark[2] selbst hat angegeben, dass die Kraft bei Steigerung um 1° C. um 0.06 Procent abnimmt. Das Maximum dieser Veränderlichkeit tritt ein, wenn man Pulver des Zinksalzes sowohl auf dem Quecksilber zwischen dessen Sulfat, wie auf dem flüssigen Zinkamalgam ruhen lässt. Ich fand jene Grösse dann 0.08 Procent; sie nahm bei starker Verdünnung der Zinklösung bis auf 0.03 ab, wobei andererseits die elektromotorische Kraft erheblich anwuchs. Die obige Formel lässt erkennen, dass bei jener concentrirtesten Lösung die als Wärme abgegebene Arbeit zu der in der elektromotorischen Kraft wiedererscheinenden sich verhält, wie

$$\vartheta \cdot \frac{\partial p}{\partial \vartheta} : p = 1 : 4.2$$

In diesem Falle kann das vom Strome neugebildete Zinksulfat sich nicht mehr auflösen und es wird die latente Wärme seiner Lösung gespart, daher stärkere Wärmeentwicklung in der Zelle trotz der schwächeren elektromotorischen Kraft. Die Discussion der thermodynamischen Verhältnisse der Lösungen krystallisirbarer Salze, welche ich mir später zu geben vorbehalte, zeigt übrigens ganz allgemein, dass in Ketten von diesem Typus Verdünnung der Lösung die elektro-

[1] Poggendorff's Annalen Bd. 123 S. 1—30. 1864.
[2] Proc. Roy. Soc. XX. 444.

motorische Kraft um einen bei zunehmender Temperatur zunehmenden Betrag steigern müsse.

Ketten von ähnlichem Typus, die ich wegen ihrer Reinlichkeit und Constanz für ganz schwache Stromintensitäten in den letzten Jahren vielfach gebraucht habe, in denen das Mercurosulfat der CLARK'schen durch Mercurochlorid (Calomel) und die Lösung von Zinkvitriol durch eine solche von Zinkchlorid ersetzt ist, zeigen bei starker Verdünnung der letzteren Lösung im Gegentheil eine, wenn auch kleine, Zunahme der Kraft bei steigender Temperatur.

Ich führe diese Thatsachen an, weil sie erkennen lassen, dass hier sehr mannigfache Verhältnisse vorkommen. Die thermoelektrischen Versuche von LINDIG, BLEEKRODE[1], BOUTY[2], GORE[3] zeigen die Häufigkeit solcher Unterschiede an. Wenn man nämlich ein mit vier Seitengefässen durch Heberröhren communicirendes Centralgefäss sich vorstellt, alle mit derselben Flüssigkeit gefüllt, aber zwei von den Seitengefässen erwärmt, zwei andere kalt, und wenn A und a die Potentialunterschiede zweier unpolarisirbarer metallischer Elektroden einer Art gegen die Flüssigkeit des centralen Gefässes sind, B und b die zweier Elektroden von andrer Art bedeuten, A und B aber für erwärmte Flüssigkeit gelten, a und b dagegen für kalte: so geben die Elektroden A mit a verbunden eine Thermokette, ebenso B mit b verbunden. Dagegen A mit B eine Hydrokette von höherer, a mit b dieselbe von niederer Temperatur. Wenn nun die elektromotorische Kraft

$$A - a > B - b$$

so ist auch

$$A - B > a - b$$

und

$$(A - B) - (a - b) = (A - a) - (B - b)$$

Beziehen sich z. B. A und a auf Zinkamalgam, B und b auf Quecksilber mit Mercurosulfat überschüttet, alle in derselben Zinkvitriollösung, so konnte ich die letzte Gleichung durch den Versuch in derThat bewahrheiten.

Um aber diese und andere Thatsachen sicher verwenden zu können, schien mir zunächst die Discussion einer etwas verallgemeinerten Form der allgemeinen Principien der Thermodynamik nothwendig, und eine dem Gegenstande mehr angepasste Ausdrucksweise derselben wünschenswerth. Dies führte zu einer vereinfachten analytischen Ausdrucksweise derselben Gesetze.

Ich will mich heut darauf beschränken, diese theoretischen Erörterungen hier vorzulegen.

---

[1] POGGENDORFF's Annalen Bd. 138 S. 571—604.
[2] ALMEIDA Journal de Physique Bd. 9 S. 229.
[3] Proc. Roy. Soc. 1871 Febr. 23.

§. 1.

Begriff der freien Energie.

Die Dynamik hat eine grosse Vereinfachung und Verallgemeinerung ihrer analytischen Entwickelungen dadurch erreicht, dass sie den Begriff der potentiellen Energie (negativ genommene Kräftefunction nach C. G. J. Jacobi, Ergal nach Clausius, Quantität der Spannkräfte nach Helmholtz) eingeführt hat. In den bisherigen Anwendungen dieses Begriffes sind aber Aenderungen der Temperatur der Regel nach nicht berücksichtigt, entweder weil die Kräfte, deren Arbeitswerth man berechnete, überhaupt nicht von der Temperatur abhängen, wie z. B. die Gravitation, oder weil die Temperatur während der untersuchten Vorgänge als constant, beziehlich als Function bestimmter mechanischer Aenderungen (z. B. bei der Schallbewegung als Function der Dichtigkeit des Gases) angesehen werden konnte. Allerdings konnten die im Werthe des Ergals vorkommenden physikalischen Constanten, wie die Dichtigkeit, die Elasticitätscoëfficienten u. a. m. mit der Temperatur variiren, und in diesem Sinne war jene Grösse allerdings schon eine Function der Temperatur. Dabei blieb aber die im Werthe jedes Ergals vorkommende Integrationsconstante vollkommen willkürlich für jede neue Temperatur zu bestimmen, und man konnte die Uebergänge von einer zur andern Temperatur nicht machen. Wie dies zu thun sei, ergiebt sich indessen leicht aus den von Hrn. Clausius aufgestellten beiden Grundgleichungen der Thermodynamik.

Derselbe hat sich zunächst in den von ihm veröffentlichten Abhandlungen auf die Fälle beschränkt, wo der Zustand des Körpers durch die Temperatur und nur einen andern Parameter bedingt ist. Der Ausdruck des Gesetzes für den Fall, wo verschiedenartige Aenderungen eintreten können, indem der Zustand des Körpers von mehreren andern Parametern neben der Temperatur bedingt ist, ist leicht nach denselben Principien zu bilden, wie der für einen einzigen. Ich werde die absolute Temperatur im Folgenden mit ϑ, die den Zustand des Körpers definirenden, von einander und von der Temperatur unabhängigen Parameter aber mit p_a bezeichnen. Ihre Anzahl muss endlich, kann übrigens beliebig gross sein.

Hr. Clausius braucht zur Darstellung seiner allgemeinen Gesetze zwei Functionen der Temperatur und des einen von ihm beibehaltenen Parameters, welche er die Energie U und die Entropie S nennt. Beide sind aber nicht von einander unabhängig, sondern durch die Differentialgleichung:

$$\frac{\partial S}{\partial \vartheta} = \frac{1}{\vartheta} \cdot \frac{\partial U}{\partial \vartheta},$$

mit einander verbunden. Es wird sich zeigen, dass diese beiden durch Differentialquotienten des als Function der Temperatur vollständig bestimmten Ergals dargestellt werden können, so dass die thermodynamischen Gleichungen nicht mehr zwei Functionen der Variablen, sondern nur noch eine, nämlich das Ergal erfordern.

Die von Hrn. Clausius in seinen Gleichungen mit W bezeichnete Function fällt mit dem Ergal zusammen, so lange die Temperatur sich nicht ändert; bei veränderlicher Temperatur aber ist sie überhaupt keine eindeutige Function der Temperatur und der Parameter mehr. Was Hr. G. Kirchhoff (l. c.) »Wirkungsgrösse« genannt hat, ist die Function U.

Ich nehme zunächst ein beliebig susammengesetztes System von Massen an, welche alle dieselbe Temperatur ϑ haben, und alle auch immer die gleichen Temperaturänderungen erleiden. Der Zustand des Systems sei durch ϑ und eine Anzahl von unabhängigen Parametern p_a vollständig bestimmt.

Ich bezeichne, wie Hr. Clausius, die bei einer verschwindend kleinen Aenderung im Zustande des Körpers hinzutretende Wärmemenge mit dQ, die innere Energie mit U. Das Gesetz von der Constanz der Energie erhält dann die Form:

$$\mathfrak{J}\cdot dQ = \frac{\partial U}{\partial \vartheta}\cdot d\vartheta + \sum_a \left\{ \left(\frac{\partial U}{\partial p_a} + P_a \right) dp_a \right\} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{I.}$$

Hierin bezeichnet $\mathfrak{J}$ das mechanische Aequivalent der Wärmeeinheit und $P_a\cdot dp_a$ die ganze bei der Aenderung dp_a zu erzeugende, frei verwandelbare Arbeit, welche theils auf die Körper der Umgebung übertragen, theils in lebendige Kraft der Massen des Systems verwandelt werden kann. Diese letztere ist eben auch als eine den inneren Veränderungen des Systems gegenüberstehende äussere Arbeit zu betrachten.

Der zweite Satz der mechanischen Wärmetheorie sagt aus, dass:

$$\int \frac{dQ}{\vartheta}\cdot d\vartheta = 0,$$

wenn der Endzustand des Körpers wieder derselbe ist, wie der Anfangszustand war, und die Reihe der Veränderungen, die der Körper durchgemacht hat, vollkommen reversibel ist. Letztere Bedingung fordert für ein Körpersystem, dessen Theile unter einander immer gleiche Temperatur haben, nur, dass keine neue Wärme auf Kosten anderer Energieformen erzeugt werden dürfe. Obige Forderung kann nicht erfüllt werden, wenn nicht unter den genannten Bedingungen $\frac{1}{\vartheta}\cdot dQ$ das Differential einer eindeutigen, nur von der Temperatur und dem Zustande des

Körpers, d. h. von den Parametern p_a abhängigen Function ist, welche Hr. Clausius für einen Parameter »Entropie« genannt und mit S bezeichnet hat.

Also

$$\frac{1}{\vartheta}\cdot dQ = dS = \frac{\partial S}{\partial \vartheta}\cdot d\vartheta + \sum_a \left\{ \frac{\partial S}{\partial p_a}\cdot dp_a \right\} \quad \ldots\ldots\ldots \tag{I_a}$$

Aus I und I_a folgt:

$$\mathfrak{J}\cdot\frac{\partial S}{\partial \vartheta} = \frac{1}{\vartheta}\cdot\frac{\partial U}{\partial \vartheta}$$

$$\mathfrak{J}\cdot\frac{\partial S}{\partial p_a} = \frac{1}{\vartheta}\left[\frac{\partial U}{\partial p_a} + P_a\right]$$

Daraus folgt:

$$P_a = \frac{\partial}{\partial p_a}\left[\mathfrak{J}\cdot\vartheta\cdot S - U\right] \quad \ldots\ldots\ldots \tag{I_b}$$

Ferner

$$\mathfrak{J}\cdot\frac{\partial^2 S}{\partial\vartheta\cdot\partial p_a} = \frac{1}{\vartheta}\cdot\frac{\partial^2 U}{\partial\vartheta\cdot\partial p_a} = \frac{1}{\vartheta}\left[\frac{\partial^2 U}{\partial\vartheta\cdot\partial p_a} + \frac{\partial P_a}{\partial\vartheta}\right] - \frac{1}{\vartheta^2}\left[\frac{\partial U}{\partial p_a} + P_a\right]. \tag{I_c}$$

Aus der letzten Gleichung folgt wiederum:

$$\vartheta\cdot\frac{\partial P_a}{\partial\vartheta} = \frac{\partial U}{\partial p_a} + P_a \quad \ldots\ldots\ldots \tag{I_d}$$

Wenn wir setzen

$$\mathfrak{F} = U - \mathfrak{J}\cdot\vartheta\cdot S \quad \ldots\ldots\ldots \tag{I_e}$$

so ist $\mathfrak{F}$, wie U und S es sind, eine eindeutige Function der Grössen p_a und ϑ. Die Functionen U und S, welche nur durch die Grössen ihrer Differentialquotienten definirt sind, enthalten jede eine willkührliche additive Constante. Wenn wir diese mit α und β bezeichnen, folgt, dass in der Function $\mathfrak{F}$ ein additives Glied von der Form

$$[\alpha - \beta\cdot\mathfrak{J}\cdot\vartheta]$$

willkürlich bleibt; sonst ist diese Function $\mathfrak{F}$ durch die Gleichung I_e vollständig definirt.

Die Gleichungen I_b gehen dadurch in die Form über:

$$P_a = -\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial p_a} \quad \ldots\ldots\ldots \tag{I_f}$$

d. h. *bei allen in constant bleibender Temperatur vorgehenden Uebergängen stellt die Function $\mathfrak{F}$ den Werth der potentiellen Energie oder des Ergals dar.*

Durch Differentiation der Gleichung I_e nach ϑ erhält man:

$$\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\vartheta} = \frac{\partial U}{\partial\vartheta} - \mathfrak{J}\cdot S - \mathfrak{J}\cdot\vartheta\cdot\frac{\partial S}{\partial\vartheta}.$$

Da aber, wie bei I_a schon bemerkt,

$$\mathfrak{I}\cdot\frac{\partial S}{\partial \vartheta}=\frac{1}{\vartheta}\cdot\frac{\partial U}{\partial \vartheta}$$

so reducirt sich unsere Gleichung auf:

$$\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta}=-\mathfrak{I}\cdot S,\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{I}_g$$

woraus durch Berücksichtigung von I_e sogleich folgt:

$$U=\mathfrak{F}-\vartheta\cdot\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{I}_h$$

Diese beiden Gleichungen ergeben also die Werthe der beiden Functionen U und S (Energie und Entropie nach Clausius) ausgedrückt durch Differentialquotienten von $\mathfrak{F}$.

Aus der letzteren folgt:

$$\frac{\partial U}{\partial \vartheta}=-\vartheta\cdot\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial \vartheta^2}=\mathfrak{I}\cdot\vartheta\cdot\frac{\partial S}{\partial \vartheta}.$$

Dies ist die oben schon besprochene Verbindung durch eine Differentialgleichung zwischen den Functionen S und U, die also durch unsere Darstellung derselben mittels der Function $\mathfrak{F}$ unmittelbar erfüllt ist.

Bei constant erhaltenen Parametern p_a ergiebt Gleichung I

$$\mathfrak{I}\cdot dQ=\frac{\partial U}{\partial \vartheta}\cdot d\vartheta.$$

Die Grösse $\frac{\partial U}{\partial \vartheta}$ stellt also auch in unserem verallgemeinerten Falle die Wärmecapacität des Systems bei constanten Parametern vor (berechnet für die sämmtlichen ihm angehörigen Massen zusammengenommen). Wir wollen diese mit Γ bezeichnen. Dann ist also

$$\mathfrak{I}\cdot\Gamma=-\vartheta\cdot\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial \vartheta^2}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \mathrm{I}_i$$

Da Γ wie ϑ eine nothwendig positive Grösse ist, so folgt hieraus, dass $\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial \vartheta^2}$ nothwendig negativ sei, und dass also die Grössen $\left(-\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta}\right)$ und $\left(\mathfrak{F}-\vartheta\cdot\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta}\right)$ bei steigender Temperatur und unveränderten Parametern zu positiv steigenden Werthen fortschreiten müssen. Es sind dies die Grössen $(\mathfrak{I}S)$ und U.

Es ergiebt sich weiter zur Berechnung der Werthe von $\mathfrak{F}$ bei steigenden Temperaturen und unveränderten Parametern, dass

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial \vartheta^2}=-\mathfrak{I}\frac{\partial S}{\partial \vartheta}=-\mathfrak{I}\frac{1}{\vartheta}\cdot\Gamma.$$

Da andererseits

$$\vartheta \cdot \frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial \vartheta^2} = \frac{\partial}{\partial \vartheta}\left[\vartheta \cdot \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta} - \mathfrak{F}\right] = -\mathfrak{J}\Gamma,$$

so ergiebt sich durch eine einfache Quadratur für den Unterschied zweier Werthe von $\mathfrak{F}$, die demselben Werthsysteme der Parameter, aber zwei verschiedenen durch die Indices 1 und 0 unterschiedenen Temperaturen angehören, dass

$$\mathfrak{F}_1 - \mathfrak{F}_0 = \mathfrak{J}\left\{(\vartheta_0 - \vartheta_1) S_0 + \int_{\vartheta_0}^{\vartheta_1} \Gamma\left(1 - \frac{\vartheta_1}{\vartheta}\right) d\vartheta \ldots\ldots\right\} \quad \text{I}_k$$

Die willkürlich zu wählenden Werthe von $\mathfrak{F}_0$ und S_0 bilden die oben erwähnten beiden willkürlichen Constanten.

Innerhalb solcher Temperaturintervalle, in denen Γ als constant angesehen werden kann, wäre

$$\mathfrak{F}_1 - \mathfrak{F}_0 = \mathfrak{J}(\Gamma - S_0)(\vartheta_1 - \vartheta_0) - \mathfrak{J} \cdot \Gamma \cdot \vartheta_1 \cdot \log \cdot \left(\frac{\vartheta_1}{\vartheta_0}\right) \ldots\ldots \quad \text{I}_l.$$

Hieraus geht hervor, dass der Werth von $\mathfrak{F}_1$ auch für den absoluten Nullpunkt der Temperatur, $\vartheta = 0$, endlich bleiben würde, auch wenn die Werthe von Γ bis dahin endlich bleiben, während der Werth von

$$\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta} = -\mathfrak{J} \cdot S_1$$

an der Grenze $\vartheta = 0$ unendlich werden würde, wenn nicht Γ bezogen auf absolute Temperatur an dieser Grenze verschwindend klein wird. Dagegen wird das Product $(\vartheta_1 \cdot S_1)$ auch bei endlichem Γ an der Grenze: $\vartheta = 0$ gleich Null.

Für die Berechnung der Arbeit von physikalischen Vorgängen hat die Unbestimmtheit dieser beiden Constanten keinen Nachtheil, da wir immer nur mit den Differenzen der Arbeitswerthe zwischen verschiedenen Zuständen und Temperaturen des Körpers zu thun haben. Da die Grösse S, die ihren Dimensionen nach einer Wärmecapacität entspricht, mit jeder dem Systeme zugeführten Wärmemenge wächst, so wollen wir aber im Folgenden immer eine solche Wahl des Werthes S_0 voraussetzen, dass bei jedem erreichbaren Kältegrad der Werth von S positiv bleibe. Ich werde deshalb auch das Zeichen $\mathfrak{J} \cdot S$, als einer wesentlich positiven Grösse statt des negativ bezeichneten Werthes $\left(-\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta}\right)$ zu gebrauchen fortfahren.

Nachdem die Werthe $\mathfrak{F}_0$ und S_0 für einen als normalen Anfangspunkt gewählten Zustand des Körpers festgesetzt sind: sind, wie das Vorige ergiebt, alle Werthe von $\mathfrak{F}$ bestimmbar, wenn man für ein

Werthsystem der Parameter die Kapacität Γ kennt, und für jede constante Temperatur die Arbeit zwischen diesem und jedem andern Werthsystem berechnen kann.

Die Function $\mathfrak{F}$ fällt, wie wir gesehen haben, für isotherme Veränderungen mit dem Werthe der potentiellen Energie für die unbeschränkt verwandelbaren Arbeitswerthe zusammen. Ich schlage deshalb vor, diese Grösse die freie Energie des Körpersystems zu nennen.

Die Grösse

$$U = \mathfrak{F} - \vartheta \cdot \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta} = \mathfrak{F} + \mathfrak{J} \cdot \vartheta \cdot S$$

könnte, wie bisher, als die gesammte (innere) Energie bezeichnet werden; die etwa vorhandene lebendige Kraft der Massen des Systems bleibt von $\mathfrak{F}$ wie von U ausgeschlossen, so weit sie zu den frei verwandelbaren Arbeitsäquivalenten gehört, und nicht zu Wärme geworden ist. Dann könnte man die Grösse

$$U - \mathfrak{F} = -\vartheta \cdot \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta} = \mathfrak{J} \cdot \vartheta \cdot S$$

als die gebundene Energie bezeichnen.

Vergleicht man den Werth der gebundenen Energie

$$U - \mathfrak{F} = \mathfrak{J} \cdot \vartheta \cdot S$$

mit der Gleichung 1.

$$dQ = \vartheta \cdot dS,$$

so ergiebt sich, dass die gebundene Energie das mechanische Aequivalent derjenigen Wärmemenge darstellt, die bei der Temperatur ϑ in den Körper eingeführt werden müsste, um den Werth S seiner Entropie hervorzubringen.

Zu bemerken ist, dass alle diese Werthe von U, $\mathfrak{F}$, S nur die Ueberschüsse derselben über die entsprechenden Werthe des Normalzustandes darstellen, von dem man als Anfangspunkt bei der Berechnung derselben ausgegangen ist, da uns noch die Thatsachen mangeln, um bis auf den absoluten Nullpunkt der Temperatur zurückgehen zu können.

Wir bedürfen schliesslich in diesem Gebiete noch eines Ausdrucks, um das, was die theoretische Mechanik bisher als lebendige Kraft oder actuelle Energie bezeichnet hat, deutlich zu unterscheiden von den Arbeitsäquivalenten der Wärme, die doch auch grösstentheils als lebendige Kraft unsichtbarer Molecularbewegungen aufzufassen sind. Ich möchte vorschlagen, erstere als »die lebendige Kraft geordneter Bewegung« zu bezeichnen. Geordnete Bewegung nenne ich eine solche, bei welcher die Geschwindigkeitscomponenten der bewegten Massen als differenzirbare Functionen der Raumcoordinaten

angesehen werden können. Ungeordnete Bewegung dagegen wäre eine solche, bei welcher die Bewegung jedes einzelnen Theilchens keinerlei Art von Aehnlichkeit mit der seiner Nachbarn zu haben brauchte. Wir haben allen Grund zu glauben, dass die Wärmebewegung von letzterer Art ist, und man dürfte in diesem Sinne die Grösse der Entropie als das Maass der Unordnung bezeichnen. Für unsere, dem Molecularbau gegenüber verhältnissmässig groben Hilfsmittel ist nur die geordnete Bewegung wieder in andere Arbeitsformen verwandelbar.[1]

§. 2.

Die Arbeitsleistungen ausgedrückt durch die freie Energie.

Nachdem somit festgestellt ist, wie die Function $\mathfrak{F}$ zu bilden, und wie aus ihr die beiden Functionen U und S abzuleiten sind, ist es leicht auch die beiden andern in den Clausius'schen Gleichungen vorkommenden, nicht mehr allgemein integrirbaren Grössen dW und dQ auszudrücken.

Zur Abkürzung der Bezeichnung wollen wir die Aenderungen, die eine beliebige Function der Coordinaten erleidet, wenn die Parameter p_a, aber nicht die Temperatur variiren, mit dem Zeichen δ anzeigen, die vollständige Variation aber, wo auch die Temperatur variirt, mit d. Für eine beliebige Function ϕ der p_a und des ϑ, wäre also

$$\delta\phi = \sum_a \left[\frac{\partial\phi}{\partial p_a}\delta p_a\right]$$

$$d\phi = \delta\phi + \frac{\partial\phi}{\partial\vartheta}\,d\vartheta$$

Demnach ist die frei verwandelbare äussere Arbeit

$$\left.\begin{aligned} dW &= \sum (P_a \cdot dp_a) = -\delta\mathfrak{F} \\ &= -d\mathfrak{F} + \frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\vartheta}\cdot d\vartheta = -d\mathfrak{F} - \mathfrak{J}\cdot S\cdot d\vartheta \,\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \quad \text{I}_k$$

Die gleichzeitig einströmende Wärme wäre nach Gleichung I

$$\mathfrak{J}\cdot dQ = dU - \delta\mathfrak{F}$$

oder mit Benutzung des in I_h gefundenen Werthes von U

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{J}\cdot dQ &= d\mathfrak{F} - d\left[\vartheta\cdot\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\vartheta}\right] - \delta\mathfrak{F} \\ &= -\vartheta\cdot d\left[\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\vartheta}\right] = \vartheta\mathfrak{J}\cdot dS \,\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \quad \text{I}_l$$

wie es I_a und I_g fordern.

---

[1] Ob eine solche Verwandlung den feinen Structuren der lebenden organischen Gewebe gegenüber auch unmöglich sei, scheint mir immer noch eine offene Frage zu sein, deren Wichtigkeit für die Oekonomie der Natur in die Augen springt.

Durch diese Festsetzungen für dQ und dW sind die in I und I_a aufgestellten Grundgleichungen des Systems auch für den Fall mehrerer Parameter identisch erfüllt und damit auch alle aus diesen von Hrn. CLAUSIUS und andern Physikern abgeleiteten Folgerungen.

Was die Kreisprocesse betrifft, so können wir die Arbeit derselben berechnen unter der aus I_k genommenen Form:

$$dW = -d\mathfrak{F} - \mathfrak{J} \cdot S \cdot d\vartheta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \} \; I_k$$

Wenn die Reihe der eingeschlagenen Veränderungen von der besonderen Art ist, dass während derselben S als eine eindeutige Function von ϑ dargestellt werden kann, etwa in der Form:

$$S = \frac{\partial \sigma}{\partial \vartheta}, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \} \; 2$$

wo σ eine Function nur von ϑ, so ist

$$dW = d\mathfrak{F} - \mathfrak{J} \cdot d\sigma;$$

und da die rechte Seite ein vollständiges Differential ist, ist es auch die linke, folglich für eine in sich zurücklaufende Reihe von Aenderungen:

$$\int dW = 0$$

Hierbei ist also nicht nöthig, dass beim Rückweg genau dieselben Werthsysteme der Parameter p_a für jeden Werth von ϑ eintreten, wie beim Hinweg, sondern nur, dass für jeden Werth von ϑ auch immer wieder derselbe Werth von S eintritt. Insofern hat der Kreisprocess ohne Arbeit hier eine grössere Freiheit, als im Fall des einzigen Parameters.

Andererseits zeigt sich hier, dass

$$\int_1^2 dW = \mathfrak{F}_1 - \mathfrak{F}_2$$

auch dann, wenn während der Veränderung die Gleichung 2 bestehen bleibt, und

$$\vartheta_2 = \vartheta_1,$$

aber die Parameter p_a am Ende andere Werthe als am Anfang haben.

Der einfachste Fall der Gleichung 2 ist der der adiabatischen Aenderung

$$S = Const.$$

Dann ist

$$\int_1^2 dW = \mathfrak{F}_1 - \mathfrak{F}_2 + \mathfrak{J} \cdot S(\vartheta_1 - \vartheta_2)$$

Wenn man die im Werthe von $\mathfrak{F}$ und S enthaltene Constante S_0 so wählt, dass der hierin enthaltene Werth $S = 0$ wird, so ist ebenfalls einfach die äussere Arbeit durch die Differenz der Werthe von $\mathfrak{F}$ zu

Anfang und Ende der Aenderung gegeben. Nur muss dann aus dem Werthe von $\mathfrak{F}$ noch die Temperatur eliminirt werden mittels der Gleichung:

$$\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta} = 0.$$

Arbeit kann also, wie Gleichung 1_k zeigt, auch im Falle mehrerer Parameter durch einen vollständigen Kreisprocess nur geleistet werden, wenn das Integral

$$\int S \cdot d\vartheta < 0$$

oder

$$\int \vartheta \cdot dS > 0$$

d. h. das Steigen von ϑ muss überwiegend bei kleineren Werthen von S, dagegen das Steigen von S, oder die positiven Werthe von dQ, müssen auf höhere Werthe von ϑ fallen. Die Werthe der Parameter können dabei aber jede Art der Aenderung erleiden, welche mit dem für jeden Werth von ϑ bestimmten Werthe von S verträglich ist.

Uebergang freier Arbeit in gebundene.

Der Werth der gebundenen Arbeit, den ich mit $\mathfrak{G}$ bezeichnen will, ist:

$$\mathfrak{G} = \mathfrak{J} \cdot \vartheta \cdot S,$$

ihre Aenderung also:

$$\begin{aligned} d\mathfrak{G} &= \mathfrak{J} \cdot \vartheta \cdot dS + \mathfrak{J} \cdot S \cdot d\vartheta \\ &= \mathfrak{J} \cdot dQ + \mathfrak{J} \cdot S \cdot d\vartheta. \end{aligned}$$

Dagegen

$$\begin{aligned} d\mathfrak{F} &= \delta\mathfrak{F} + \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta} \cdot d\vartheta \\ &= -dW - \mathfrak{J} \cdot S \cdot d\vartheta. \end{aligned}$$

Das heisst also, $\mathfrak{G}$ wächst erstens regelmässig auf Kosten der hinzugeleiteten Wärme dQ, zweitens bei Temperatursteigerungen auf Kosten der freien Energie um die Grösse $\mathfrak{J} \cdot S \cdot d\vartheta$. Die freie Energie vermindert sich um diesen letzteren Betrag und um den Betrag der nach aussen geleisteten Arbeit, wie es unmittelbar die Gleichung

$$-\frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta} d\vartheta = \mathfrak{J} \cdot S . d\vartheta$$

zeigt. Dadurch erhält die Variation von $\mathfrak{F}$, die der Variation von ϑ entspricht, auch ihre Bedeutung als Arbeitsleistung, und die »Entropie« S erscheint als die Wärmecapacität für die auf Kosten

der freien Energie bei adiabatischem Uebergange erzeugten Wärme.

Bei allen *isothermen* Veränderungen, wo $d\vartheta = 0$, wird Arbeit nur auf Kosten der freien Energie geleistet. Die gebundene ändert sich dabei auf Kosten der ein- oder austretenden Wärme.

Bei allen *adiabatischen* Veränderungen, wo $dQ = 0$, wird Arbeit erzeugt auf Kosten der freien, wie der gebundenen Energie.

In allen andern Fällen kann man die Sache so ansehen, dass alle äussere Arbeit auf Kosten der freien Energie geliefert wird, alle Wärmeabgabe auf Kosten der gebundenen und endlich bei jeder Temperatursteigerung im System freie Energie in dem angegebenen Betrage in gebundene übergeht.

Das letztere kann nun auch bei den irreversiblen Processen dadurch geschehen, dass freie Energie in lebendige Kraft, und letztere durch reibungsähnliche Vorgänge theilweis oder ganz in Wärme verwandelt wird. Wenn das letztere der Fall ist, wird einfach

$$dQ = dU,$$

also die beim Uebergange von dem durch den Index 1 bezeichneten Anfangszustande zu dem durch 2 bezeichneten Endzustande abgegebene Wärme:

$$\mathfrak{J}Q = U_1 - U_2.$$

Dies ist die bisher bei den Untersuchungen über Wärmebindung chemischer Processe bestimmte Grösse, wobei man dem Anfangs- und Endzustand gleiche Temperatur gab. Die freie Arbeit beim isothermen Uebergang ist davon wesentlich verschieden, nämlich:

$$W = \mathfrak{F}_1 - \mathfrak{F}_2,$$

und kann also auch nicht, wie ich schon in der Einleitung bemerkt, durch blosse Bestimmung der gesammten Wärmeentwicklung gefunden werden.

Bedingung des Gleichgewichts und Richtung der von selbst eintretenden Aenderungen.

Da bei verschwindend kleinen Aenderungen nur die durch die Variation der Parameter bedingte Grösse $\delta\mathfrak{F}$ für alle Leistungen von frei verwandelbarer Arbeit in Betracht kommt, ganz unabhängig von dem Werthe der gleichzeitig stattfindenden Temperaturänderung $d\vartheta$, so ergiebt sich zunächst, dass ohne Zutritt reversibler äusserer Arbeitsäquivalente, zu denen auch die lebendige Kraft geordneter Bewegung gehören würde, ein mit der Zeit δt wachsender positiver Werth von $\delta\mathfrak{F}$ nicht eintreten kann. Es kann unter solchen Bedingungen das Verhältniss $\frac{\delta\mathfrak{F}}{\delta t}$ nur Null oder negativ sein. Das Beharren in dem ge-

gebenen Zustande würde also gesichert sein, wenn für alle möglicherweise eintretenden Veränderungen der Parameter bei der zeitweiligen Temperatur

$$\delta\mathfrak{F} \geqq 0.$$

Wenn durch Steigerung der Temperatur ein Punkt erreicht werden kann, wo $\delta\mathfrak{F}$ durch Null in negative Werthe überzugehen anfinge, so würde bei chemischen Verbindungen hier das Phänomen der Dissociation eintreten. Unterhalb dieses Punktes aber würde mit sinkender Temperatur $\delta\mathfrak{F}$ steigen müssen, d. h. der Differentialquotient

$$\frac{\partial}{\partial \vartheta}\left[\delta\mathfrak{F}\right] = \delta\left[\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\vartheta}\right] = -\mathfrak{J}\cdot\delta S$$

würde negative Werthe, δS also positive haben müssen. Da nun, für $d\vartheta = 0$,

$$dQ = \vartheta \cdot dS,$$

so ergiebt sich, dass alle chemischen Verbindungen, die bei höherer Temperatur sich dissociiren, wenigstens in den zunächst unter der Dissociationstemperatur gelegenen Theilen der thermometrischen Scala Wärme abgeben müssen, wenn sie sich auf reversiblem Wege bilden, Wärme binden müssen, wenn sie zerlegt werden.

Umgekehrt wird es bei solchen sein, die in der Kälte in ihre Bestandtheile zerfallen, wie z. B. die Lösungen krystallisirbarer Salze.

Mit diesen allgemeinen Folgerungen stimmen in der That die oben erwähnten Beobachtungen an galvanischen Elementen.

Um schliesslich noch einmal die wesentlichen Beziehungen der Funktion $\mathfrak{F}$, aus denen ihre physikalische Bedeutung und ihre Eigenschaften sich herleiten, zusammenzustellen, so sind dies folgende:

1. Alle äussere reversible Arbeit entspricht der durch die Aenderung der Parameter bedingten Aenderung der Funktion $\mathfrak{F}$

$$dW = -\delta\mathfrak{F}$$

2. Der Differentialquotient $\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\vartheta}$ kann sich nur verändern durch Zuleitung von neuer Wärme dQ. Unter »neuer Wärme« verstehe ich solche, die entweder aus den Körpern der Umgebung zugeleitet oder durch Ueberführung frei verwandelbarer Arbeitsäquivalente in Wärme neu erzeugt ist:

$$d\left[\frac{\partial\mathfrak{F}}{\partial\vartheta}\right] = -\frac{1}{\vartheta}\cdot\mathfrak{J}\cdot dQ$$

Hierbei ist zu bemerken, dass bei Verwandlung von dW in Wärme dQ

$$dW = \mathfrak{J}\cdot dQ$$

3. Der Differentialquotient

$$\frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial \vartheta^2} = - \mathfrak{J} \cdot \frac{1}{\vartheta} \cdot \Gamma$$

ist nothwendig stets negativ.

Dass Γ nothwendig positiv sei, wird in allen thermodynamischen Untersuchungen stillschweigend vorausgesetzt, ist aber wesentliche Bedingung dafür, dass nur der Uebergang von Wärme aus höherer in niedere Temperatur Arbeit erzeugen könne.

Was die Beziehungen mehrerer verschieden temperirter Körper oder Körpersysteme zu einander betrifft, so ist die Function $\mathfrak{F}$ eines jeden einzelnen gänzlich unabhängig von denen der anderen. Ihre Beziehungen zu einander sind nur dadurch gegeben, dass sie sich reversible Energie und Wärme gegenseitig mittheilen können, und dass bei reversiblen Processen beide Quanta in unveränderter Grösse übergehen; bei irreversiblen kann, wie schon bemerkt, Arbeit in Wärme übergehen. Für solche Uebergänge kommt noch die neue Bedingung der Reversibilität hinzu, dass der Uebergang von Wärme nur zwischen gleich temperirten Körpern erfolgen darf. In allen diesen Beziehungen ändert sich nichts durch die hier ausgeführte Verallgemeinerung und veränderte Ausdrucksweise der Principien.

Ueber Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen.

Von A. W. Eichler.

(Vorgetragen am 12. Januar. [S. oben S. 3.])

Hierzu Taf. I.

In der Mittheilung, welche ich am 24. November v. J. der Akademie vorzulegen die Ehre hatte, gab ich für die bei verschiedenen Abietineen beobachteten Bildungsabweichungen der sogenannten Fruchtschuppe eine von den früheren Deutungen abweichende Erklärung, mit dem Versprechen, dieselbe demnächst im Einzelnen zu begründen. Dies soll nun heute geschehen.

Die Fruchtschuppe der Abietineen hat bekanntlich das Aussehen eines morphologisch einfachen Organs. Auch wurde sie von den früheren Autoren allgemein als solches angenommen, wobei nur darüber verschiedene Ansichten bestanden, ob sie die Bedeutung eines Blatts oder eines Zweigs habe. Erst im Jahre 1853, durch eine Bemerkung A. Braun's in der Abhandlung über das Individuum der Pflanze p. 65, kam man auf andere Vorstellungen. Braun sagt hier, dass nach Beobachtungen an durchwachsenen Lärchenzapfen die Fruchtschuppe der Abietineen zusammengesetzt und zwar aus zwei Blättern verwachsen sein müsse; in der Abhandlung über Polyembryonie (1860) p. 243, Anm. 3, soll auch bei Taxodium, Cryptomeria und vielleicht bei allen Cupressineen eine aus mehreren, unter sich und mit der Deckschuppe aufs innigste verwachsenen Blättern zusammengesetzte Fruchtschuppe vorhanden sein.

Braun's Angaben für Larix wurden von Caspary in dem Programm »de floris Abietinearum structura morphologica« (Königsberg 1861) bestätigt und weiter ausgeführt. Caspary beschreibt einen durchwachsenen Lärchenzapfen, in welchem die Fruchtschuppe, durch Uebergänge hindurch, in zwei vollständig getrennte Theile aufgelöst erschien, innerhalb deren, d. h. zwischen Schuppe und Zapfenaxe, Knospe aufgetreten war. Indem nun Caspary jene beiden Hälften,

an deren Innenseite noch mehr weniger deutlich die Ovula erhalten waren, für die Vorblätter der Knospe hält, erklärt er die Fruchtschuppe für einen Spross im Winkel des Deckblatts, ausgestattet mit den beiden Vorblättern, sonst aber nicht weiter entwickelt; die Vorblätter seien dabei mit ihren vordern, der Deckschuppe zugekehrten Rändern mitsammen verwachsen. Die Innenfläche der Schuppe, an welcher die Ovula sitzen, entspräche hiernach der gemeinsamen Bauchseite jener Blätter, die hier zugleich als Carpelle fungiren.

An den durchwachsenen Zapfen, welche Parlatore bei Abies (Tsuga) Brunoniana Lindl. im Jahre 1862 beobachtete[1], fanden sich, wie bei dem Caspary'schen Lärchenzapfen, die vegetativen Knospen stets innerhalb der Fruchtschuppe. Letztere erschien dabei entweder nur mehr weniger verbogen und gelappt, oder aber, namentlich bei stärkerer, sprossartiger Entwickelung der Knospe, in zwei oder mehrere Theile zerlegt, welche von Parlatore ebenfalls als die ersten Blätter jener Knospe angesehen werden. Die Fruchtschuppe ist ihm daher ein mehrblättriger Spross; wie er sich im Einzelnen die Zusammensetzung dachte, hat er jedoch unerörtert gelassen. Im Uebrigen glaubte Parlatore seine Ansicht auch durch monströse Zapfen einer Pinus-Art, der P. Lemoniana Benth., bestätigt zu finden[2], wo im Winkel der Deckschuppen zweinadlige und mit Niederblattscheide versehene Kurztriebe aufgetreten waren, von gleicher Art wie die an den vegetativen Zweigen befindlichen; von Uebergängen dieser Kurztriebe zu Fruchtschuppen thut jedoch Parlatore keine Erwähnung.

Durchwachsene Zapfen der Fichte (Picea excelsa Link) beschrieb zuerst Oersted[3] und zwar von einer strauchig verschnittenen Form im botanischen Garten zu Upsala, welche dort alljährlich derartige Zapfen entwickelt. Die Einzelheiten sind mir aus der dänisch geschriebenen Abhandlung nur so weit verständlich, als sie sich aus den Figuren und deren lateinischer Erklärung entnehmen lassen; die Fruchtschuppe zeigt sich hier mehr oder weniger vollständig in zwei Theile zerlegt, zwischen welchen öfter eine Knospe sich befindet, Oersted erklärt danach, übereinstimmend mit Caspary, diese Theile für Vorblätter (»folia cotyledonea«) jener Knospe. Auffallenderweise aber zeigt eine

---

[1] Parlatore, Note sur une monstruosité des cônes de l'Abies Brunoniana, Annales des scienc. nat. IV. Sér. vol. XVI (1862) p. 215 ff. tab. 13 A, wiederholt in Studi organografici sui fiori e sui frutti delle Conifere, Firenze 1864 p. 16 tab. III. p. p. Die Abies Brunoniana Lindl. wird übrigens von Parlatore selbst in De Candolle's Prodromus als synonym zu Pinus (Tsuga) dumosa (Don) gezogen.

[2] Studi organografici l. c. In De Candolle's Prodromus ist Pinus Lemoniana als Varietät von P. Pinaster Sol. aufgeführt.

[3] A. S. Oersted, Bidrag til Naletraeernes Morphologi, in Kopenhagener Videnskabel. Meddelelser 1864 p. 1 ff., tab. I—II.

seiner Figuren (die Fig. 23) die Knospe nicht auf der Hinterseite, sondern auf der Vorderseite der Fruchtschuppenhälften, zwischen ihnen und dem Deckblatt; daraus folgerte dann H. von Mohl[1], dass die beiden Blätter, aus welchen sich die Fruchtschuppe zusammensetze, mit ihren hinteren, der Zapfenaxe zugekehrten Rändern verwüchsen, umgekehrt also, wie es sich Caspary vorstellte. Hiernach würden jene Blätter die Ovula auf ihrer Rückseite tragen, ähnlich wie die Staubblätter ihre Pollensäckchen; Mohl fand dies nicht nur durch letztere Analogie, sondern auch in der durch Van Tieghem nachgewiesenen Thatsache bestätigt, dass die Gefässbündel der Fruchtschuppe ihr Xylem nach vorn und das Phloëm nach hinten haben, auch stützte er sich auf die Analogie von Sciadopitys, indem hier, wie Mohl selbst in der bezüglichen Abhandlung ausführlich nachwies, die anscheinend einfachen Nadeln ebenfalls aus zwei, mit ihren Hinterrändern verwachsenen Blättern und zwar, wie auch für die Abietineenfruchtschuppe angenommen wurde, den ersten und einzigen ihrer Axe zusammengesetzt sind.

Mit noch grösserer Bestimmtheit jedoch, als aus Oersted's Zeichnungen, scheint die Mohl'sche Ansicht durch die Beobachtungen bestätigt zu werden, welche Stenzel über durchwachsene Fichten- und auch Lärchenzapfen veröffentlicht hat.[2] Stenzel fand nicht nur alle Uebergänge zwischen einfachen und vollständig zertheilten Fruchtschuppen, sowie das Auftreten einer Knospe zwischen den Theilstücken, sondern er constatirte auch, dass letztere bei den Auflösungen ihre ursprünglichen Innenflächen derart nach aussen verdrehen, dass dieselben zuletzt als Rückseiten erscheinen. Dabei kam oftmals noch ein median-vorderer Lappen zur Ausbildung, dem Stenzel anfangs noch einen Antheil an der Zusammensetzung der normalen Fruchtschuppe zuschrieb, indem er ihn für ein drittes darin enthaltenes Blatt ansah; in seiner neueren, grossen Abhandlung jedoch theilt er denselben der zwischen den Seitenlappen befindlichen Knospe zu und lässt die Fruchtschuppe nur aus diesen seitlichen Gebilden, die er mit den früheren Autoren für zwei, zugleich als Carpelle fungirende Vorblätter der Knospe ansieht, entstehen.

Willkomm's Untersuchungen[3] ergaben lediglich eine Bestätigung

---

[1] H. von Mohl, morphologische Betrachtung der Blätter von Sciadopitys, Botan. Zeitung 1871 n. 2.

[2] Stenzel im Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft f. vaterl. Cultur über das Jahr 1865 (Breslau 1866) S. 103 und: Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen, ein Beitrag zur Morphologie der Nadelhölzer. Nova Acta Acad. Leop. Carol. Bd. 38 a. 3, Dresden 1876. Mit 4 Tafeln.

[3] Willkomm, zur Morphologie der samentragenden Schuppe des Abietineen-Zapfens, Nov. Act. Acad. Leop. Carol., Bd. 41, II. Th. a. 2, Halle 1880. Mit 1 Tafel.

der STENZEL'schen Auffassung, nur möchte WILLKOMM die Fruchtschuppe nicht blos von zwei Blättern gebildet, sondern in ihrer mittleren Partie noch axiler Natur sein lassen. Im Uebrigen fand er ebenfalls wiederholt einen Zwischenlappen auf der Vorderseite der verbildeten Schuppe (vergl. z. B. seine Figuren 6, 9, 16, 18) und hält denselben mit STENZEL für ein neues Blatt der weiter entwickelten Knospe.

Auch ČELAKOVSKY[1], der die nämlichen Zapfen untersuchte, welche WILLKOMM vorgelegen hatten, sprach sich dafür aus, dass die Fruchtschuppe durch hinterseitige Verwachsung der zwei ersten und einzigen Blätter einer in der Achsel der Deckschuppe befindlichen Knospe zu Stande gebracht werde. Indem er diese Blätter als offene Carpelle anerkennt, nahm er zugleich die früher von ihm bekämpfte Gymnospermie der Coniferen an; auch versuchte er, die über die Abietineen-Fruchtschuppe gewonnene Vorstellung auf die anderen Coniferen zu übertragen.

Es erübrigt noch, der Untersuchungen STRASBURGER's Erwähnung zu thun.[2] STRASBURGER studirte hauptsächlich die schon von PARLATORE beschriebenen Zapfen von Abies Brunoniana, sowie Monstrositäten von Picea excelsa, welche ihm, wie seinerzeit an OERSTED, der botanische Garten zu Upsala geliefert hatte. Seine objectiven Ergebnisse sind in der Hauptsache übereinstimmend mit denen der früheren Beobachter; dazu constatirte er, dass bei dem oben erwähnten Mittellappen der verbildeten Fichtenschuppen das Xylem der Gefässbündel nach aussen, das Phloëm nach innen gerichtet sei, ohne dass er jedoch aus dieser Thatsache weitere Schlüsse gezogen hätte. In der Deutung der ganzen Erscheinung ist aber STRASBURGER durchaus anderer Ansicht, als die früheren Autoren; er hält die Verbildungen nicht für Rückschläge zu einer ursprünglichen Form, durch welche uns die wahre Zusammensetzung der Fruchtschuppe enthüllt werde, sondern ist der Meinung, »dass hier zwei Bildungskräfte gegen einander ankämpfen, die eine ist bemüht eine normale Fruchtschuppe, die andere eine vegetative Knospe zu erzeugen und dass je nach dem Vorwiegen der einen oder der anderen Kraft die Missbildungen diesen oder jenen Habitus erhalten« (Angiosp. und Gymnosp. S. 131). Die Fruchtschuppe in ihrer normalen Erscheinung ist ihm nur ein flachgedrückter, blattloser Zweig, der auf seiner Innenseite zwei Ovula entwickelt; das Bestreben aber bei der Durchwachsung, »die Fruchtschuppe in die Blattbildung hineinzuziehen, hat eine Spaltung der Anlage zur Folge

[1] ČELAKOVSKY, zur Gymnospermie der Coniferen. Flora 1879 n. 17, 18.

[2] STRASBURGER, die Coniferen und die Gnetaceen, Jena 1872 S. 165 ff. Taf. VI. p. p., sowie: die Angiospermen und die Gymnospermen, S. 125 ff. Taf. XV.

und eine Drehung der Lappen, die nur auf diese Weise ihre Tracheen der Knospenaxe zuwenden können« (l. c. p. 132). Diese Deutung hat indess, wie ich bereits in meiner Mittheilung vom 24. November bemerkte, etwas Gezwungenes, wenn nicht sich selbst Widersprechendes; denn da Strasburger einerseits annimmt, Fruchtschuppe und Knospe seien ein und dasselbe Ding, nämlich ein Axillarspross der Deckschuppe, nur verschieden in der Ausbildung, und da er andererseits die Theile, in welche die Fruchtschuppe sich bei der Knospenbildung zerlegt, als erste Blätter der Knospe gelten lässt, so durfte er nicht anders schliessen, als die übrigen Beobachter, dass nämlich die Fruchtschuppe sich wirklich aus jenen Blättern zusammensetze.

Dies wären die wichtigsten der hier einschlägigen Untersuchungen. Trotz der Verschiedenheiten im Einzelnen ergeben sie, wie wir sehen, fast übereinstimmend das Resultat, dass die Fruchtschuppe der Abietineen sich zum mindesten aus zwei Blättern zusammensetzt, welche einer im Winkel der Deckschuppe befindlichen, wenngleich direct nicht wahrnehmbaren Axe angehören. Auch kommen die meisten Beobachter darin überein, dass diese Blätter auf ihrer rachissichtigen Seite mitsammen verwachsen und in Folge dess ihre ursprünglichen Rückseiten zur gemeinsamen Innenfläche gestalten. Dadurch, dass sie die Ovula erzeugen, erweisen sie sich als Carpelle und documentiren in dem Umstande, dass sie die Ovula auf der ursprünglichen Rückenfläche bilden, eine Homologie mit den zugehörigen Staubblättern. Nur ist alsdann nicht, wie im männlichen Geschlechte, das ganze »Amentum« als Einzelblüthe aufzufassen, sondern als ährenartige Infloreseenz, in welcher erst die Fruchtschuppen als Einzelblüthen erscheinen.

Betrachtet man nun eine Fruchtschuppe in ihrer normalen Gestalt und Entwickelung, so sollte man eine derartige Zusammensetzung kaum für möglich halten. Nicht nur, dass sie äusserlich ganz einfach oder höchstens an der Spitze ausgerandet erscheint, sie hat auch nur ein einziges System von Gefässbündeln, die je nach der Breite der Schuppe mehr oder minder zahlreich, alle in Einer Ebene liegen und mit dem Xylem nach aussen, dem Phloëm nach innen gerichtet sind. Schliesslich wird die Fruchtschuppe in Form eines einfachen Organs angelegt, als ein quer über der Basis der Deckschuppe verlaufender Wulst, an welchem sich wohl in der Gattung Pinus ein mittlerer Theil, der nachher zum Mucro wird, gegen zwei seitliche Ausbreitungen, welche den Körper der Schuppe bilden, differenziren kann, ohne dass jedoch bei den andern Abietineengattungen eine solche Differenzirung stattfände und auch ohne dass bei Pinus die Seitentheile mit Bestimmtheit als Blätter, der Fortsatz zwischen ihnen

als Axe angesprochen werden könnten[1]. Es muss ferner Bedenken erregen, dass bei den normalen Axillarknospen der Fichte die Vorblätter nach vorn convergiren (vgl. Fig. 13 unserer Tafel), während sie bei den zur Fruchtschuppe umgewandelten Sprossen gerade umgekehrt, auf der Rückseite zusammengeschoben sein sollen; auch fällt bei den verbildeten Schuppen das vermeintlich nächstfolgende Blatt, wo es zur Entwickelung kommt, median nach vorn, bei der normalen Achselknospe aber steht es auf der Rückseite. Man könnte sich nun wohl auf einige Analogieen berufen, wie dass auch bei Sciadopitys die, als Kurztriebe aufzufassenden Doppelnadeln aus zwei nach hinten zusammengeschobenen Blättern gebildet werden, während die ersten Blätter der Langtriebe seitlich nach rechts und links stehen; dass ferner die beiden Gefässbündel dieser Doppelnadeln ihr Xylem, wenn auch nicht völlig, so doch halbwegs nach vorn gerichtet haben; und dass schliesslich die einfache Gestalt, welche die Fruchtschuppe schon in der Anlage zeigt, auf congenitaler Verwachsung beruhen könnte: aber das alles wäre doch nicht hinlänglich überzeugend. Nur dann würde man die Zweifel schwinden lassen können, wenn jene Abnormitäten sich schlechterdings nicht auf andere Weise deuten liessen, als wie man gethan hat.

Das also ist die Cardinalfrage, mit deren Beantwortung die ganze Theorie steht und fällt. Zur Beantwortung war eine erneute Untersuchung nothwendig. Es stand mir für dieselbe reichliches Material zu Gebote; Hr. Prof. CARUEL sandte mir die schon von PARLATORE studirten Zapfen von Abies Brunoniana aus dem Florentiner Museum, Hr. Dr. STENZEL alles Material, das er zu seinen Untersuchungen durch viele Jahre hindurch angesammelt hatte, Hr. Prof. WILLKOMM die von ihm a. a. O. beschriebenen Fichtenzapfen, endlich Hr. Prof. TH. M. FRIES eine ausgezeichnete Suite Abnormitäten von den verschnittenen Strauchfichten im Upsalaer Garten. Ich benutze gerne diese Gelegenheit, um allen den genannten Herren für ihre Liberalität meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, wie ich solchen auch noch Hrn. Garten-Inspector LAUCHE in Potsdam darzubringen habe für die freundliche Bereitwilligkeit, mit welcher mir derselbe normale Blüthen und Früchte verschiedener Abietineen für meine Untersuchung einsandte.

Das äussere Ansehen der verbildeten Zapfen ist im Allgemeinen durch die, den oben besprochenen Arbeiten beigegebenen Abbildungen bekannt; es sind bald terminale Durchwachsungen, bald Uebergänge zum vegetativen Spross an der Basis des Zapfens, bald sprossartige

[1] Es geht dies schon daraus hervor, dass ein Beobachter wie STRASBURGER in dieser Hinsicht zu verschiedenen Zeiten verschiedene Ansichten geäussert hat.

Verbildungen der Zapfen im Ganzen. Die Deckschuppen zeigten sich in den verbildeten Theilen gewöhnlich mehr oder weniger nadelartig entwickelt; in den Achseln hatten sie meist nur Knospen nebst den umgebildeten Fruchtschuppen, selten waren es verlängerte Zweige, doch diese in einigen Fällen so reichlich, dass ein fast hexenbesenartiges Aussehen entstand. Sehr oft, namentlich bei terminaler Durchwachsung, waren die Achseln der an diesen auftretenden Blätter jedoch auch völlig leer oder trugen nur da und dort eine gewöhnliche Zweigknospe.

Stenzel hat seine Darstellung mit Verbildungen begonnen, welche schon sehr weit, bis zur nächsten Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Knospen vorgeschritten waren, und ist von da durch Mittelstufen zur normalen Fruchtschuppe zurückgegangen; es scheint mir indess richtiger, den umgekehrten Weg einzuschlagen, da nicht die Knospe, sondern die Fruchtschuppe das ursprünglich Gegebene ist, dessen Veränderungen wir untersuchen sollen. Wir wollen uns dabei zunächst nur an die Fichte halten, für welche am reichlichsten Material vorliegt. Das normale Verhalten der Zapfenschuppen derselben ist zwar allgemein bekannt, doch gebe ich zur beständigen Vergleichung mit den Verbildungen noch eine Darstellung in Fig. 1, welche unter a die Deck- und Fruchtschuppe vom Rücken, unter b von der Bauchseite und bei c und d in zwei Querschnitten an der Basis und in der Mitte zeigt; aus letzteren ist zugleich die Disposition der Gefässbündel ersichtlich.

Fig. 2 zeigt nun eine erste Stufe der Verbildung, ebenfalls bei a vom Rücken (Deckschuppe entfernt), unter b von innen und bei c, d und e in drei Querschnitten, genommen in der Höhe der beigesetzten Zeichen. Vom Rücken her sieht man an der Schuppe keine weitere Abweichung vom normalen Bau, als einige unregelmässige Zähne und Buchten im obern Theil, auch erscheint ihre mittlere Parthie oberwärts ein wenig vorgewölbt. Auf der Innenseite jedoch ist die Veränderung bedeutender; man sieht unten in der Mitte ein pfriemliches Spitzchen, das, wie der Querschnitt d zeigt, auf der Innenseite mit der Schuppe verschmolzen ist; rechts und links von diesem Spitzchen aber ziehen sich zwei Kiele hinauf, die nach oben divergirend und in die Eckzähne der Schuppe auslaufend, eine mittlere Rinne zu Stande bringen, die sich am Rücken als die erwähnte Vorwölbung markirt. Von Eichen ist nichts mehr wahrzunehmen, höchstens auf der einen Seite noch eine Andeutung in Gestalt einer circumscripten Depression; auf der andern Seite macht der Rand der Schuppe ein eingebogenes Läppchen. Die Gefässbündel betreffend, so zeigen dieselben an der Basis der Schuppe das normale Verhalten und oberwärts nur

in so weit eine Abweichung, als es die Rinnenbildung auf der Innenseite mit sich bringt (aus den Zeichnungen besser als durch Worte verständlich).

Die nächstliegende Erklärung[1] für diese Bildung ist, wie ich denke, einfach die, dass der pfriemliche Körper auf der Innenseite der Schuppe infolge des Drucks, den er auf die Schuppe ausübte, eine Vertiefung an ihr hervorbrachte, begrenzt von zwei seitlichen, oberwärts mit der zunehmenden Verbreiterung der Schuppe auseinanderweichenden Kielen. Derartige Erscheinungen sind etwas sehr häufiges; bei adossirten Vorblättern z. B., wie sie unter den Monocotylen verbreitet sind, hat der Druck der hinterliegenden Axe bekanntlich ebenfalls zur Folge, dass sich an dem Vorblatt zwei Kiele bilden mit einer zwischenliegenden Vertiefung, die sammt den Kielen genau an die Axe angepasst ist.[2] Die Substanz des Vorblatts presst sich so zu sagen rechts und links an der hinterliegenden Axe vorbei, kann um dieselbe sogar ganz herumwachsen, so dass die Axe völlig in der Rinne eingeschlossen erscheint; auch laufen dabei sehr gewöhnlich die Kiele in besondere, zuweilen tief herabreichende Zähne aus, wie sich dies auch an der in Fig. 2 dargestellten Schuppe zeigt. Mit der doppelten Kielbildung bei einem adossirten Vorblatt möchte ich daher das Verhalten jener Fichtenschuppe zunächst vergleichen; die Natur des pfriemlichen Körpers, der dieselbe veranlasste, möge dabei einstweilen noch dahingestellt bleiben.

Abnormitäten der gleichen Art sind mir noch oft vorgekommen und auch von Stenzel und Strasburger abgebildet worden. Der pfriemliche Körper kann dabei von der Schuppe frei sein; auch sind oft noch mehr oder weniger vollständige Rudimente der Ovula wahrnehmbar, mit oder ohne Flügel, immer dabei auf der Innenseite, rechts und links von den beiden Kielen.

Ein weiterer Schritt der Verbildung ist in Fig. 3 a, b und c dargestellt. Der pfriemliche Körper auf der Innenseite der Schuppe ist grösser geworden, auch oberwärts frei von der Schuppe, und die ihm correspondirende Furche entsprechend tiefer. Es ist dadurch zu einer förmlichen Einfaltung des mittleren Theils der Schuppe um jenen Körper gekommen; unterwärts hängt das Mittelstück dabei mit den Seitentheilen, die es mit sich nach innen gezogen hat, noch zusammen (Fig. 3c), oberwärts jedoch hat es sich von denselben geson-

---

[1] Da wir bei Abnormitäten, wie die hier in Frage kommenden, die Entwickelungsgeschichte aus naheliegenden Gründen nicht studiren können, so müssen wir unsere Deutungen auf die fertigen Zustände basiren. Durch Vergleichung der verschiedenen Vorkommnisse lässt sich aber da ebenfalls volle Sicherheit gewinnen.

[2] Vergl. dazu meine Blüthendiagramme I S. 21 f.

dert, so dass die Schuppe nun 3lappig erscheint (Fig. 3a, b). Das Verhalten der Gefässbündel zeigt wiederum lediglich nur die durch die Einfaltung der Schuppe bedingte Abweichung vom normalen Verhalten und ist aus dem Vergleich der Fig. 3c mit den Querschnitten bei Fig. 1 und 2 ohne Weiteres verständlich; man erkennt daraus zugleich, wie die Bündel des Mittellappens, übereinstimmend mit Strasburger's Angaben, ihr Xylem nach aussen haben müssen, während an den Seitenlappen eine Verschiebung desselben nach der Innenseite beginnt.

In der Schuppe Fig. 3 haben wir nun schon eine Bildung, wie sie von Stenzel und Andern zum Beweis für die behauptete Zusammensetzung der Fruchtschuppe benutzt worden ist. Die beiden Seitenlappen sollen die Vorblätter sein, der Mittellappen das nächste Blatt der sich weiter entwickelnden und zu dem pfriemlichen Körper ausgebildeten Schuppenaxe. Und durch das Zusammenschieben der innern Ränder der Seitenlappen auf die Rückseite dieser Axe, wobei sich die ursprünglichen Innenflächen der ersteren nach aussen herumdrehen (cf. Fig. 3c), soll dann weiter dargethan werden, dass die vermeintlichen Vorblätter in der normalen Fruchtschuppe mit ihren rachissichtigen Rändern verbunden seien. Es braucht kaum noch besonders gezeigt zu werden, wie wenig diese Deutungen durch den vorliegenden Fall unterstützt werden; wollte man sich auch vorstellen, die »Vorblätter« seien ursprünglich hinter der Axe (dem pfriemlichen Körper) vereinigt gewesen, dann auseinander gewichen und erst nachträglich mit dem Mittellappen verwachsen, so kann doch dieser letztere kein selbständiges Blatt sein, da seine Gefässbündel ihr Xylem nach aussen haben. Alles dagegen erklärt sich einfach und ungezwungen aus der Annahme, dass der Druck jenes Körpers auf der Innenseite der Schuppe eine, oberwärts bis zur Zertheilung gesteigerte Furchung und Faltung derselben hervorgebracht habe. Die drei Theile der Fruchtschuppe sind dann nicht selbständige Blätter, sondern nur Lappen der Schuppe.

Auf den Typus der Fig. 3 lässt sich nun der weitaus grösste Theil der mir in natura und aus der Literatur bekannt gewordenen Verbildungen zurückführen. Die Lappen sondern sich dabei oft noch tiefer, so dass sie nur am Grunde noch zusammenhängen, doch verschwindet der Zusammenhang niemals ganz; die Seitenlappen können sich noch weiter nach aussen drehen, derart, dass ihre ursprünglichen Innenflächen ganz zur Rückseite werden, andererseits vermögen sie, gleichsam durch Verdoppelung der nach hinten vordringenden Kiele oder Flügel, sich innerwärts mit besonderen Rändern gegen eine mittlere Partie abzugrenzen (hierüber unten noch näheres). Weiter-

hin können jene Flügel ganz über den zwischenliegenden Körper hinübergreifen und sogar noch einander überdecken; schliesslich vermögen alle drei Lappen ganz blattähnliche Gestalt anzunehmen, wobei sie sich gewöhnlich, wie es schon bei Fig. 2 und 3 ersichtlich ist, mit Zähnen, eingebogenen Randläppchen oder dergleichen versehen.[1] Die Eichen schwinden an den Seitenlappen bald völlig wie in Fig. 3, bald bleiben sie noch in mehr oder weniger deutlichen Rudimenten erhalten; betreffend aber den Körper auf der Innenseite, so vermag derselbe wirkliche Blätter zu entwickeln und thut dies in den allermeisten Fällen, er erweist sich mithin als Axenorgan. Bald sind es nur wenige Schüppchen, die er hervorbringt, bald wird er zu einer blätterreichen Knospe, bald wächst er schon im jugendlichen Zapfen zu einem ansehnlichen benadelten Triebe aus; hierin finden sich alle denkbaren Uebergänge. Durch dies alles entsteht eine bedeutende Mannigfaltigkeit der Vorkommnisse und fast jedes bietet irgend eine oder die andere Besonderheit; doch sind die meisten derselben ohne weitergehendes Interesse und es mag genügen, hier nur einige wenige der bemerkenswerthesten vorzuführen.

Der in Fig. 4 abgebildete Fall zeigt den Mittellappen der Schuppe noch vollständiger gegen die Seitenlappen individualisirt, als Fig. 3, auch erscheint er am Gipfel ausgerandet. Die nach innen vordringenden Flügel haben sich am Rande gleichsam verdoppelt, namentlich der in Fig. c links gelegene; es beruht diese Verdoppelung, von der auch STRASBURGER spricht, auf einem Herablaufen der freien Gipfelränder nach dem unteren, noch continuirlichen Theil der Schuppe, ähnlich wie bei sitzenden Blättern die Ränder am Stengel herabzulaufen vermögen. Hieraus aber resultirt, dass, wie oben schon bemerkt wurde, die Seitentheile der Schuppe auf der Innenseite sich gegen die Ränder der Flügel mit besonderen Kanten abgrenzen und so in der That das Ansehen selbständiger, nur mit dem Mittellappen theilweise verwachsener Blätter annehmen. Gewöhnlich reicht diese Sonderung, wo sie überhaupt vorkommt, auf der Hinterseite tiefer herab, als auf der Vorderseite, mitunter (wie nahezu auch im vorliegenden Falle) bis zur Basis; häufig indess unterbleibt sie, wie wir es bereits in Fig. 3 sahen und namentlich bei solchen Schuppen nicht selten treffen, deren Theilung nur eine kurze Strecke herabgeht.

Der auf der Innenseite der Schuppe Fig. 4 befindliche Körper,

[1] Dies ist allerdings eine bemerkenswerthe, aber nach den vorliegenden Thatsachen unbestreitbare Erscheinung; am meisten muss es beim Mittellappen auffallen, da derselbe, entgegengesetzt wie ein Blatt, sein Xylem nach aussen hat, doch kann er sich, wie wir noch sehen werden, auch nach aussen umbiegen und überhaupt sehr mannigfache und sonderbare Formen annehmen.

den wir nach dem oben Bemerkten nunmehr als Knospe bezeichnen wollen, ist hier noch klein und nur mit wenigen Schüppchen versehen; in dem Beispiele Fig. 5 zeigt er sich in gewöhnlicher Knospenform. Die Sonderung der drei Lappen ist hier bis fast zum Grunde fortgeschritten, doch besteht an der Basis selbst auf der Deckblattseite noch vollkommene Continuität. Auch die »Verdoppelung« der Flügel hat sich stärker ausgeprägt, als im vorhergehenden Falle; dabei ist der Mittellappen am untersten Grunde vollständig um die Knospe herumgewachsen (Fig. 5 c) und hat auf der Rachisseite ausser einigen unbedeutenden Vorsprüngen noch einen schmal-blattartigen Zahn gebildet (vergl. Fig. 5 b).

Mit der Fig. 5 stimmen, was die allgemeine Ausbildung der Lappen betrifft, wieder mehrere der von Stenzel und namentlich der von Willkomm beschriebenen Fälle überein. Auf den ersten Blick hin kann man hier in der That an wirkliche Durchwachsung der Schuppe unter Auslösung zweier Vorblätter glauben; allein immer bleibt, neben den anderen Schwierigkeiten, der Mittellappen ein Hemmniss, der seiner Tracheenstellung nach nun einmal kein Blatt sein kann. Wie wollte man ausserdem auch nach der Theorie von der hinterseitigen Verwachsung der Vorblätter erklären, dass die drei Lappen hier, wie überhaupt bei allen mir vorgekommenen Verbildungen, auf der Deckblattseite im Zusammenhang stehen, die Knospe aber auf Seite der Rachis zeigen? Nach jener Theorie müsste das gerade umgekehrt sein.

Fig. 6 illustrirt einen Fall, in welchem die um die Knospe herumgewachsenen Flügel einfach bleiben, so dass die Seitenlappen innerwärts nicht mit besonderen Kanten gegen die Flügelränder abgegrenzt werden. Die Flügel greifen dabei völlig um die Knospe herum und überdecken sogar noch einander; ein Umstand, der wiederum der Vorblatt-Theorie nicht günstig ist. Denn hätten wir es ursprünglich mit hinterwärts verwachsenen Vorblättern zu thun, so könnten bei Auflösung der Verwachsung die Ränder wohl auseinanderweichen, aber nicht übereinander hingreifen. Im Uebrigen machen bei der Schuppe Fig. 6 die Flügel nach obenhin, correspondirend mit der eingeschlossenen Knospe, scharfe Knicke (namentlich der eine rechts in Fig. 6 b), so dass hier einigermaassen noch eine Abgrenzung und Herumdrehung der Seitenlappen stattfindet.

In allen bis jetzt beschriebenen Beispielen war an den verbildeten Schuppen ein, mit der eingeschlossenen Knospe correspondirender Mittellappen wahrnehmbar. Derselbe kann jedoch auch fehlen, man sieht es z. B. in Fig. 7. Es ist nicht schwer, sich vorzustellen, dass der Druck der Knospe auch einmal eine Spaltung der Schuppe

in nur zwei Theile, anstatt der Auslösung eines besonderen Mittellappens zu bewirken vermag; bei adossirten zweikieligen Vorblättern ist es ja der gewöhnliche Fall. Man sieht auch in Fig. 7 wieder die Schuppenhälften über dem Deckblatt in Continuität und hinten gesondert; dabei zeigen die zwei Lappen noch deutliche Ovularrudimente.

Auf der anderen Seite aber geschieht es auch, dass der Mittellappen, anstatt auszubleiben, sich vielmehr in zwei und selbst drei besondere Lappen zertheilt. In manchen Fällen scheint dies, nach der Beschaffenheit der Nachbarränder der Lappen zu urtheilen, von einer rein mechanischen Zersprengung, vielleicht durch den Druck der Knospe, herzurühren, so z. B. bei der in Fig. 8 dargestellten Abnormität; in anderen Fällen jedoch ist es, analog der Lappenbildung am Rande, Folge ungleichen Wachsthums. Hierfür liefert Fig. 9 ein hübsches Beispiel, wo man im Querschnitt c die Gefässbündelsysteme der beiden Lappenhälften sieht, natürlich mit dem Xylem nach aussen, und wo jede dieser Hälften für sich ganz blattähnliche Beschaffenheit, mit starken eingebogenen Zähnen, angenommen hat. Fälle dieser Art sind aber selten.

Der Mittellappen ist überhaupt von den drei Theilen der Schuppe am veränderlichsten. Während die Seitentheile meistens nur die einfach blattähnliche Gestalt aufweisen, in der wir sie in unseren Figuren sehen, kann der Mittellappen ausser der eben erwähnten Theilung sich auch röhrenartig, trichterförmig oder in ähnlichen Gestalten ausbilden, wovon Stenzel einige hübsche Beispiele abgebildet hat (l. c. Taf. II, Fig. 20, 22, 26), auch vermag er nach der Seite der Knospe allerhand Kanten, Leisten und Flügel hervorzubringen. Einigermassen lässt sich dies schon an unserer Fig. 5c erkennen; noch ausgeprägter ist es in dem Falle Fig. 10, und ganz excessiv wird es bei der, allerdings zu Tsuga Brunoniana gehörigen Schuppe in Fig. 11. Nur ist bei letzterer ein eigentlicher Mittellappen nicht differenzirt und die Auswüchse gehen mehr von der Innenfläche der Schuppe im Ganzen aus, wenngleich hauptsächlich in der mittleren Region[1]. Wie

[1] Die mir vorliegenden Verbildungen von Tsuga Brunoniana haben meistens einen ähnlichen Charakter, wie die in Fig. 11 dargestellte. Die Schuppe hat auf der Innenseite mehr oder weniger zahlreiche, der anliegenden Knospe mehr oder weniger angepasste Leisten gebildet, sich wohl auch in zwei oder drei Stücke zertheilt, wenngleich öfter nur mit Randlappen versehen; doch ist mir ein völliges Umwachsen der Knospe seitens der von der Schuppe ausgehenden Flügel, wie es bei der Fichte so häufig begegnet, hier nicht vorgekommen, die Knospe war auf der Innenseite der Schuppe, ähnlich wie in Fig. 11b, immer völlig sichtbar. Auch in den Figuren von Parlatore und Strasburger zeigt sich die Knospe höchstens halb, nirgends vollständig eingeschlossen, immer dabei, wie Strasburger auch besonders hervorhebt, auf der Innenseite der Schuppe.

man Fälle letzterer Art, deren ich noch andere beobachtete, mit der Theorie von den hinterwärts verwachsenen Vorblättern zusammenreimen könnte, ist mir ganz unerfindlich. Nach meiner Auffassung der Sache erklären sie sich hiergegen ungezwungen; man muss höchstens noch annehmen, dass die Druckwirkung der hinterliegenden Knospe unter Umständen eine Art Reiz ausübt, ähnlich wie wir dies beim Stich mancher Insecten oder auch bei sonstigen äusseren Einwirkungen, welche lokale Auswüchse hervorbringen, uns vorstellen. Andererseits muss jedoch constatirt werden, dass unter anderen Umständen die hinterliegende Knospe auch so gut wie gar keinen Einfluss auf die Fruchtschuppe ausübt; ein Fall dieser Art ist in Fig. 12 dargestellt, es steht hier eine Knospe auf der Innenseite der Schuppe, aber letztere hat, ausser einer nicht sehr bedeutenden Abwandlung des Gesammtumrisses und Unterdrückung der Ovula, keine weitere Veränderung erfahren. Dies ist wiederum ein mit der Vorblatt-Theorie unvereinbares Vorkommniss.

In allen bisher betrachteten Fällen war mit der Verbildung der Schuppe auch das Auftreten einer Knospe auf ihrer Innenseite vergesellschaftet und wir erklärten eben die Verbildungen aus dem Einfluss, namentlich dem Druck, den diese Knospe auf die Schuppe ausübt und schon bei Entstehung derselben ausüben muss. Es dürfen aber einige Vorkommnisse nicht verschwiegen werden, bei welchen die Schuppe getheilt war, ohne dass eine Knospe auf ihrer Innenseite stand; es sind mir solche bei der Fichte sowohl, als bei der Lärche begegnet, und auch von Stenzel und Andern abgebildet worden. Die Schuppe ist dabei meist nur in zwei Theile gespalten; ein Mittellappen findet sich nur selten und dann in geringer Ausbildung. In manchen Fällen haben wir darin vielleicht nichts weiter zu sehen, als eine ungewöhnliche Ausrandung des Gipfels, der ja auch bei der normalen Schuppe, namentlich der Fichte, eine schwache Einbuchtung zeigt und möglicherweise in den betreffenden Fällen durch den Druck einer darüberstehenden Deckschuppe zu einer tieferen Theilung genöthigt wurde. In anderen Fällen, namentlich da, wo ein Zwischenlappen sichtbar wird, möchte indess doch eine hinterliegende Knospe im Spiele sein, die nur mit der Schuppe so völlig verschmolzen ist, dass sie äusserlich nicht hervortritt. Man findet nämlich von der geringen Entwickelung, welche die Knospe z. B. in Fig. 2 zeigt, wo sie nur ein blattloses, mit der Schuppe verwachsenes Spitzchen darstellt, auch noch weitergehende Reductionen bis zu einer kaum merklichen Protuberanz, die aber gleichwohl einen furchenden und theilenden Einfluss auf die Schuppe ausübt; es ist daher wohl erlaubt sich vorzustellen, dass die Knospe unter Umständen auch

bis zur völligen Unkenntlichkeit mit der Schuppe verschmolzen werden kann.

Durch das Vorstehende glaube ich, zunächst den Beweis geliefert zu haben, dass die Theorie von der Zusammensetzung der Abietineen-Fruchtschuppe aus den beiden hinterseits verwachsenen Vorblättern einer sonst unentwickelten Knospe, durch die Verbildungen, welche mir aus Autopsie bekannt geworden sind, nicht bestätigt wird; es wird vielmehr durch dieselben dargethan, dass die Fruchtschuppe an sich ein einfaches Organ ist, das aber durch das Auftreten einer Knospe auf der Hinterseite allerlei Verbildungen erfahren und sehr oft dabei in zwei oder noch häufiger in drei blattähnliche Lappen zerlegt werden kann, von welchen die beiden seitlichen neben der Knospe sich gleichsam vorbeidrängend ihre ursprünglichen Innenflächen mehr oder weniger nach aussen zu verdrehen pflegen. Ich sehe nun auch in den von anderen Seiten beschriebenen Vorkommnissen nichts, was dieser Auffassung widerspräche; sie sind sämmtlich von gleicher oder ähnlicher Art wie die, welche wir auf unserer Tafel dargestellt haben. Nur ganz wenige Fälle scheinen nicht damit vereinbar zu sein, diejenigen nämlich, wo die Knospe auf der Vorderseite der Schuppenhälften steht, wie es z. B. Fig. 23 der Oersted'schen Abhandlung darstellt. Allein diese Fälle widerstreiten nur scheinbar; lassen wir in Fig. 7 die Schuppe sich noch weiter herab spalten, so wird die Knospe auf der Vorderseite vollständig sichtbar werden, während sie auf der Rückseite von den beiden sie umwachsenden Flügeln verdeckt wird, und dieser Art ist unverkennbar die Oersted'sche Figur. Auch in unserer Fig. 8 hat sich die Knospe sammt dem Mittellappen ziemlich weit zwischen den beiden Seitentheilen nach vorn gedrängt und könnte so nach dem ersten Ansehen vermuthen lassen, sie gehöre wirklich der Vorderseite an; der Querschnitt Fig. 8c aber zeigt das Gegentheil. Dasselbe gilt von manchen der Stenzel- und Willkomm'schen Figuren. Es ist aber ein Punkt von entscheidender Wichtigkeit, dass die Knospe ursprünglich stets auf der Rückseite der Schuppe steht und höchstens secundär nach vorn verschoben werden kann; er macht die Theorie der hinterwärts verwachsenen Vorblätter unmöglich, denn bei diesen müsste es gerade umgekehrt sein. Ich betone daher nochmals: in sämmtlichen mir vorgekommenen Fällen hat immer die Knospe auf der Innenseite der Fruchtschuppe ihren Ursprung.

Unter diesen Umständen aber könnte man vielleicht geneigt sein, wieder auf Caspary's Vorstellung zurückzukommen, nach welcher die Verwachsung der die Fruchtschuppe zusammensetzenden Vorblätter auf der Vorderseite geschieht; denn hierzu würde die rückwärtige Stellung der Knospe passen. Indess widerstrebt dieser Vorstellung

schon die Orientirung der Gefässbündel in der normalen Fruchtschuppe; wäre deren Innenfläche die gemeinsame Ventralseite der Vorblätter, so sollte sich dort das Xylem befinden und das Phloëm auf der Seite des Deckblatts, was nicht der Fall ist. Andere Schwierigkeiten mögen unberührt bleiben.

Aus den Bildungsabweichungen ergiebt sich also, dass die Abietineenfruchtschuppe ein einfaches Organ ist. Wie ich in meiner Abhandlung vom 24. November gezeigt habe, wird dies auch durch die Entwickelungsgeschichte und alle übrigen Verhältnisse dargethan; ich versuchte dort zugleich den Nachweis zu liefern, dass sie eine ventrale Excrescenz der Deckschuppe repräsentirt und also mit dieser zusammen nur ein einziges Blatt ausmacht. Wo kommt nun die Knospe auf der Innenseite her? Eine Fortbildung der Fruchtschuppenaxe, wie Stenzel und die übrigen Autoren annahmen, kann sie nicht sein, denn die Fruchtschuppe hat keine eigene Axe. Nun, es ist einfach die Achselknospe des in Frucht- und Deckschuppe gegliederten Zapfenblatts. Wie die vegetativen Blätter der Fichte für gewöhnlich der Achselknospen entbehren und nur da und dort solche entwickeln, ausnahmsweise aber wohl auch reichlicher und selbst bei einer Reihe von Blättern hintereinander: so sind auch die Blätter des Zapfens der Norm nach ohne Knospen und entwickeln sie nur in Ausnahmefällen, die denn auch mit anderweitigen Verbildungen, wie Durchwachsung des Zapfens, Vergrünung der Deckschuppen u. dergl. verbunden zu sein pflegen. Es kann, wie einige meiner Upsalaer Zapfen zeigen, zu einer förmlichen Blastomanie kommen, so dass sämmtliche Schuppen Achselsprosse bilden.

Der schon von Strasburger betonte Umstand, dass die Knospe meist auf der (verbildeten) Fruchtschuppe selbst inserirt erscheint, anstatt in der eigentlichen Achsel, wo sie nach unserer Meinung doch ihren Ursprung hat, muss durch Verwachsung erklärt werden. Solche ist bei der unmittelbaren Nachbarschaft, in welcher sich beide Theile befinden und in Anbetracht, dass sie jedenfalls nahezu gleichzeitig angelegt worden, sehr leicht möglich und bei stattfindender Umwachsung der Knospe seitens der Fruchtschuppe geradezu unvermeidlich. Im Uebrigen sieht man fast stets noch Anzeichen der Verwachsung theils darin, dass die Knospe mit dicker, zuweilen fast stielartiger Basis in die Achsel herabläuft (z. B. in Fig. 11b)[1], theils innerlich

---

[1] Fig. 11 gehört zu Abies Brunoniana. Hier ist das Herablaufen deshalb besonders deutlich, weil, wie bereits oben bemerkt (S. 51), diese Knospe gewöhnlich nicht von der Schuppe umwachsen wird. Falls dies auch bei der Fichte nicht oder nicht vollständig geschieht, kann man gleichfalls die Knospe mit dicker Basis auf der Innenseite der Schuppe zur Achsel herablaufen sehen; cf. Fig. 5b, 8b.

in einem besondern, bei stärkerer Ausbildung der Knospe concentrischen Gefässbündelsystem (Fig. 8c). Doch kann die Verwachsung auch unterbleiben und solche Fälle, deren einer in Fig. 12 dargestellt ist, sind dann für unsere Ansicht besonders beweisend.

Ein Punkt an diesen Knospen muss jedoch noch etwas specieller betrachtet werden. Bereits oben wurde bemerkt, dass die normale Zweigknospe mit zwei nach vorn convergirenden Vorblättern beginnt und das nächste Blatt dann median nach hinten fällt (cf. Fig. 13). Ist nun unsere Ansicht richtig, so sollte man erwarten, dass auch die in den Zapfen auftretenden Knospen den nämlichen Blatteinsatz haben müssten. Dies ist aber im Allgemeinen nicht der Fall; charakteristische Vorblätter sind gar nicht vorhanden und das erste Blatt steht allermeist median oder schräg nach hinten (vgl. z. B. Fig. 8b, 10b). Trotz allem, was im Vorstehenden gesagt wurde, möchte man hiernach vielleicht doch noch für möglich halten, dass die Seitenlappen der verbildeten Fruchtschuppe die Vorblätter der Knospe darstellten, der Mittellappen möchte dann sein was immer. Allein es lässt sich für jene Stellungsdifferenzen eine Erklärung geben. Stellt man sich nämlich vor, dass die entstehende Knospe schon vor Anlage ihrer ersten Blätter rechts und links von den sich vorbeidrängenden Kielen der Fruchtschuppe umfasst wird, so bleibt für die Blattbildung zunächst nur auf der Hinterseite Raum, wo jene Kiele sich nicht oder erst später erreichen; hier wird also das erste Blatt seine Stelle haben müssen. Dass aber diese Stellung nicht ganz fix ist, erklärt sich aus den Abänderungen, welche in der speciellen Art und Weise, wie die Knospe seitens der Fruchtschuppe umwachsen wird, begegnen; wenn dann z. B. in Fig. 12, wo die Fruchtschuppe gar keine Kiele bildet, die ersten zwei Knospenblätter wieder wie gewöhnlich nach rechts und links fallen, so dürfen wir darin eine Stütze unserer Erklärung finden, die sich, wie man bemerken wird, an SCHWENDENER's mechanische Theorie der Blattstellung anlehnt.

Während das Auftreten von Knospen im Zapfen gewöhnlich mit Durchwachsung desselben oder anderen Abnormitäten verbunden ist, können andererseits Zapfen durchwachsen, ohne dass sonstige Bildungsabweichungen Statt hätten. Der Zapfen geht dann am Gipfel in einen gewöhnlichen Trieb aus, dessen Blätter weder Fruchtschuppen, noch Knospen in den Achseln haben oder letztere nur hier und dort. So ist der gewöhnliche Fall bei der Lärche, wo Durchwachsung des Zapfens bekanntlich sehr häufig begegnet; es kommt aber auch bei der Fichte und anderwärts vor. Der Zapfen setzt also hier plötzlich oder mit nur kurzem Uebergange sich gegen den benadelten Endtrieb ab. Dass

ein allmälicher Uebergang stattfände, so nämlich, dass die Fruchtschuppen an den Nadelblättern schrittweise kleiner würden und schliesslich ganz ausblieben, ist dagegen viel seltener; doch hat Willkomm einen hübschen Fall solcher Art abgebildet (l. c. Fig. I.) und liegt mir derselbe augenblicklich in natura vor. Der vegetative Endtrieb, der ca. 14 cm Länge hat, ist zwar in Folge plötzlicher Verkleinerung der Fruchtschuppen an der Uebergangsstelle ebenfalls ziemlich schroff gegen den Zapfen abgesetzt, aber die Fruchtschuppen sind doch nicht gänzlich ausgeblieben, man sieht sie noch in Gestalt dreieckig-herzförmiger, nur etwa $1\frac{1}{2}$—2 mm langer, dem Stengel dicht anliegender Schüppchen, und zwar an sämmtlichen Nadeln bis fast zum Gipfel der Durchwachsung, wo sie noch kleiner werden und schliesslich verschwinden (cf. Willkomm l. c. Fig. 1).

Bei der Fichte werden die im Zapfen auftretenden Knospen, wenn sie auswachsen, zu gewöhnlichen benadelten Zweigen und dasselbe zeigt sich in den verbildeten Zapfen, die mir von Abies (Tsuga) Brunoniana vorliegen; beide Gattungen, Picea wie Abies resp. Tsuga, haben eben keine andere, als diese einzige Zweigform. Bei Pinus dagegen, wo schuppenblättrige Lang- und benadelte Kurztriebe differenzirt werden, zeigt uns die von Parlatore beschriebene Abnormität der Pinus Lemoniana, wie in den Achseln der Zapfenschuppen zweinadelige und mit Niederblattscheide versehene Kurztriebe auftreten. Der Zapfen erweist sich dadurch als Langtrieb, wie auch schon aus der unbegrenzten Zahl seiner Blätter hervorgeht; es ist daher eigentlich nicht genau, wenn, wie es hin und wieder geschieht, gesagt wird, er sei aus einem Kurztriebe hervorgegangen. Nur sein Ursprung, aus den Niederblattachseln eines Langtriebs, stimmt mit den Kurztrieben überein; der Zapfen selbst entspricht eher einer Langtriebknospe, deren ja ebenfalls, promiscue mit den Kurztrieben, in den Niederblattachseln von Langtrieben gebildet werden können. Dasselbe gilt für die männlichen Blüthen. — Sollte man im Uebrigen aus der Parlatore'schen Monstrosität etwa auf die Idee kommen, die Fruchtschuppen hätten sich hier in die zweinadeligen Kurztriebe umgewandelt, so fehlen dafür zunächst alle thatsächlichen Anhalte, da Uebergänge von Parlatore nicht erwähnt, noch auch schwerlich in den betreffenden Zapfen angetroffen werden.

Zum Schluss dieser Mittheilung kann ich mich nicht enthalten, darauf hinzuweisen, wie sehr der gegenwärtige Fall von Neuem zur Vorsicht mahnt, Monstrositäten zur Beurtheilung normaler Verhältnisse herbeizuziehen. Ohne jene Abnormitäten wäre sicher Niemand auf den Gedanken gekommen, die Fruchtschuppe der Abietineen für









a



Eichler d

ein zusammengesetztes Organ zu halten, und es wären uns dann auch die complicirten Theorieen, wenigstens theilweise, erspart geblieben, welche so lange Zeit das Verständniss des Blüthenbaues einer der wichtigsten Pflanzengruppen verdunkelt haben.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf Picea excelsa, nur Fig. 11 auf Abies (Tsuga) Brunoniana. Bei a ist immer (ausgenommen Fig. 13) die Schuppe vom Rücken, mit oder ohne Deckschuppe, bei b von der Bauch- oder Innenseite dargestellt, c etc. sind Querschnitte, genommen in der Höhe der jeweilig beigesetzten Zeichen. Die Querschnitte sind immer mit der Rückenseite nach unten, mit der Bauchseite nach oben gestellt.

Fig. 1. Normalverhalten.

Fig. 2—12: Abnormitäten, 3 und 9 aus STENZEL's Sammlung, 7 und 12 von den WILLKOMM'schen Zapfen, 11 von einem der PARLATORE'schen Zapfen aus dem Florentiner Museum, die übrigen von verbildeten Zapfen aus dem botanischen Garten zu Upsala. Vergrösserungen: Fig. 1a = $^3/_1$, 2a = $^4/_1$, 3a = $^2/_1$, 4a = $^6/_1$, 5a = $^4/_1$, 6a = $^5/_1$, 7a = $^6/_1$, 8a = $^4/_1$, 9a = $^3/_1$, 10a = $^4/_1$, 11a = $^3/_1$, 12a = $^5/_1$; die Vergrösserung der übrigen Figuren ist durch Vergleich mit den vorstehenden zu ermitteln.

Fig. 13. Normale Zweigknospe der Fichte, a von der Seite, b von oben, c im Querschnitt dicht an der Basis; d Deckblattnarbe, v und v^1 die beiden Vorblätter, bei 1 das nächstfolgende Blatt. Die Knospe in Fig. b ist etwas kürzer und dicker als gewöhnlich; auch haben die beiden Vorblätter, was ebenfalls nicht häufig vorkommt, kleine Spreiten (Nadeln) gehabt, wie an den Narben noch ersichtlich ist.

Ausgegeben am 9. Februar.

1882.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

9. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Weber trug die umstehend im Auszuge mitgetheilte Abhandlung vor.

2. Ein Schreiben des vorgeordneten Hrn. Ministers vom 31. Januar benachrichtigt die Akademie, dass ihrem Antrage gemäss das Statut der Bopp-Stiftung und, durch Allerhöchste Entschliessung, das der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen dahin geändert sind, dass die Berichte über die Wirksamkeit dieser Stiftungen, statt beziehlich in der Leibniz- und der Friedrich's-Sitzung, fortan in der zur Feier des Allerhöchsten Geburtstages veranstalteten Sitzung erstattet werden.

3. Es wurde beschlossen, dass zu dem am 13. d. bevorstehenden fünfzigsten Jahrestage des Eintrittes des Hrn. von Ranke in die Akademie das Secretariat ihm deren Glückwünsche überbringen solle.

4. Hr. Th. L. von Bischoff in München, correspondirendes Mitglied der Akademie, dankt für das ihm zur fünfzigjährigen Feier seiner Doctorpromotion übersandte Beglückwünschungsschreiben (s. oben S. 6).

Ueber Bhuvanapâla's Commentar zu Hâla's Saptaçatakam.

Von Albr. Weber.

Der freundschaftlichen Fürsorge Franz Kielhorn's verdanke ich die Zusendung einer dem Deccan Collage, Government of Bombay, (No. 245 aus der Sammlung von 1880/81), gehörigen Handschrift des in der Ueberschrift genannten Commentars, der den Specialtitel: chekoktivicâralîlâ führt. Leider ist dieselbe nicht vollständig, umfasst nämlich auf 71 Blättern (die Seite zu 17 Zeilen à 46—48 akshara) nur die ersten sechs Cento, und entbehrt daher auch eines eigentlichen Schlusses, resp. der Angabe des Datums und des Ortes. Die beiden ersten Blätter und das letzte Blatt haben durch Abreissen und Abschürfungen gelitten, welche letzteren auch sonst noch gelegentlich sich finden; dazu treten hie und da noch kleine Löcher. Im Ganzen aber ist die Handschrift doch gut erhalten, auch, bis auf häufige Ersetzung des ç durch s, ziemlich sorgfältig, und zwar ganz in der Weise der Jaina-Manuscripte[1], geschrieben. Die Schrift zeigt jedoch auch einige Eigenthümlichkeiten. Initiales i ist einige Male in ganz archaistischer Weise durch ు° gegeben, — initiales ṛi resp. durch ein Zeichen, das dem einfachen jh in der absonderlichen Form, die es hier hat[2], sehr nahe kommt; — finales einzeln stehendes o im Prâkṛit ist meist durch u gegeben; — hie und da findet sich mitten im Wort ein Zeichen, das dem p sehr ähnlich sieht, aber nur zur Silbentrennung (und zwar

---

[1] Am Beginn der Handschrift findet sich das in den Jaina-Manuscripten an dieser Stelle übliche aus drei Zeichen bestehende Diagramm, welches vermuthlich arhaṃ zu lesen sein wird. Dasselbe kehrt auch vor Beginn der Cento 1, 5 und 6 wieder, die im Uebrigen noch je durch einen Jaina-Heilruf, oṃ namo jinâya bei Cento 1, çrîgautamâya namaḥ çrîmahâvîra çrîvîtarâgâya namaḥ bei Cento 5, und namo jinâya çrîgautamâya namaḥ bei Cento 6, eingeleitet werden.

[2] jhî sieht bei v. 447 wie mî aus. [Die hier angeführten Verszahlen beziehen sich sämmtlich auf die hiesige Reihenfolge der Verse.]

mehrfach ohne ersichtlichen Anlass) dient; — kka sieht wie thu oder ghu aus; — jj wird, ausser durch das den Jaina-Manuscripten eigenthümliche Zeichen (welches, mit einem bh-Strich unter der Doppelcurve versehen, hier auch für jjh gebraucht wird), auch durch ein Zeichen gegeben, das wie shv, shb gelegentlich auch wie bb, mv[1] aussieht[2]; — jjh wird im Uebrigen auch in der üblichen Jaina-Weise gegeben, in der es von bbh nur durch den bei jjh noch hinzutretenden Querstrich geschieden ist; — die Zeichen tth, cch, b, sind ebenso schwer zu scheiden, wie in den Jaina-Manuscripten überhaupt; — ebenso dv ddh, sowie ṭṭ ṭṭh; — gg wird durch gg, gj oder gr gegeben; — im Prâkṛit wird initiales n fast stets, und doppeltes n durchweg, dental geschrieben, nn jedoch mehrfach auch durch ṃn gegeben; da nun nu und tu[3] sich ja auch sehr ähnlich sehen, so ist maṃnu von maṃtu, für mannu, manyu, kaum zu scheiden (sollte die Form maṃtu für manyu etwa überhaupt einfach hierauf basiren?); — der anusvâra steht bald, wo man ihn nicht braucht, oder fehlt, wo man ihn braucht.

Die Text-Recension giebt den in meiner Editio des Hâla (Leipzig, 1881) mit R bezeichneten Jaina-Text, und zwar nicht nur was die Reihenfolge und den Bestand der Verse (mit einigen wenigen Differenzen) betrifft, sondern auch in Bezug auf die Orthographie und den Wortlaut. Während sich resp. in letzterer Beziehung mehrfach doch auch Differenzen, und zwar ganz selbständige, zum Theil recht gute Lesarten zeigen, ist dagegen die Orthographie mit der von R ganz identisch, nur etwa noch consequenter. Die yaçruti liegt also durchweg zwischen Vocalen vor (hie und da sogar auch im Anlaut! so yaṇimisachâ 401); — i, u stehen vor Doppelconsonanz stets für e, o; auch im Auslaut, z. B. paḍahu vva 27; — vielfach i statt ĕ am Schluss der obliquen Casus im Singul. Fem.; — °ṃ piva; — °mâṇî; — paḍhamullaya; — haliddî; — saajjhiyâ. (Hiesige Eigenheiten sind z. B. √ gûh mit ava; — paṭṭhi für puṭṭhi, pṛishṭha, s. Hem. 1,129, — puttaya für putrike.)

Der Commentar ist im grossen Ganzen gut, von einzelnen Missgriffen natürlich abgesehen, z. B. wenn er 75 aṃgovâsaṃ durch aṃgapârçvaṃ erklärt, oder 90 paṭṭhi durch pṛishṭi. Von erheblichem Interesse ist, dass Vers für Vers die Namen der Autoren angegeben werden, und zwar je voranstehend; dieselben stimmen nur zur Hälfte etwa, und auch da nur nothdürftig, mit den bisher bekannten Namen überein. Es folgt darauf meistens eine kurze

---

[1] aïumvaya in v. 360, aïushvaya B, d. i. aïujjuya.

[2] Ich habe beide Zeichen stets durch yy gegeben, um sie von dem gewöhnlichen jj zu scheiden.

[3] resp. auch u.

Situations-Angabe. Danach der Text zunächst vollständig, für sich. Hierauf der Text nochmals (= B) in seinen einzelnen Abschnitten, mit je hinzugefügter Uebersetzung. Hierbei liegen vielfach ganz andere Lesarten vor, als diejenigen, welche vorher in der Gesammtaufführung des Textes da waren; aber auch umgekehrt wird hie und da weiterhin als pâṭha aufgeführt, was unmittelbar vorher die Textlesart selbst war (so z. B. bei 68). Daran reihen sich grammatische, lexikalische, exegetische Bemerkungen, sowie etwaige Varianten. Den Schluss machen meistens Angaben aus dem rhetorischen Gebiet, über den technischen Namen nämlich des besonderen alaṃkâra, der je in dem Verse zum Ausdruck gelangt sein soll. Dabei giebt Bhuv. mehrfach lange Definitionen und Erklärungen, unter Anführung der Meinungen, resp. längerer oder kürzerer Citate aus den betreffenden Lehrbüchern: des âcârya-Daṇḍin, bei v. 26. 142. 232. 312. 77. 501, — des Rudraṭa, Rudrabhaṭṭa, bei v. 232. 90. 312. 13. 48. 498. 510. 62, — des çrî Bhojadeva, bei v. 115. 42. 337, — des Dhvanikâra, bei v. 115. 560. 2. 5. 9. Die Auffassungen derselben differiren mehrfach, und zwar wird die Ansicht des âcârya Daṇḍin stets an letzter Stelle genannt, somit als entscheidend betrachtet. Einmal, bei 562, nimmt der Dhvanikâra dem Rudraṭa gegenüber diese Stellung ein. Jedenfalls ergiebt sich hieraus als Bhuv.'s Ansicht, dass das Werk des Hâla allen diesen Autoren als Vorlage gedient hat.

Er bringt im Uebrigen auch mehrfach grammatische und anderweite Citate bei[1], doch sind dieselben, speciell die ersteren, nur theilweise nachweisbar; Vararuci wird z. B. bei 31. 38. 39. 60 (wo aber irrig!). 62 etc., Hemacandra z. B. bei 60. 557, keiner von Beiden übrigens etwa mit Namen, citirt. Auf die sâmânyabhâshâ wird zu v. 112 und auf lokaprasiddhi zu 268 verwiesen. Eine çleshachâyâ wird anscheinend zu 432 und 465 citirt. — Er erwähnt auch eine ganze Zahl andere Erklärungen, resp. Varianten, durch anye oder apare (33[2]. 56. 103. 20. 217. 69. 303. 32. 6. 71. 5. 431. 62. 512. 65), kecit (557), eke (56), pâṭha (66. 68. 121. 42. 64. 269. 303. 36. 401. 31. 56. 72. 96).

Eine stylistische Eigenheit ist, dass bei der Worterklärung Adjectiva im Nom. Sing. Neutr. erscheinen, z. B. dhaṇiyaṃ gûḍhaṃ 301, volîṇam atikrâṃtaṃ 486, cukkaṃ skhalitaṃ 466, uchûḍhaṃ tyaktaṃ 443, âsaṃghitaṃ saṃbhâvitaṃ 78, und ebenso Verba durch den gleichen Casus des Part. Perf. Pass. aufgeführt werden, z. B. appâhiyaṃ saṃ-

---

[1] Hier stimmt aber die Lesart der anye mit der des Textes völlig überein!

[2] Z. B. 31. 56. 72. 127. 74. 97 (Lâṭânuprâsa). 201. 13. 25. 6. 71. 89. 380. 511. 6. 8. 24. 35. 43. 57, — prâkṛite 12. 29. 106. 10. 252. 96. 381. 455. 524, — uktaṃ 98. 142. 74. 328. 510. 69.

dishṭaṃ 319 (im Text: appâhemti). 517 (appâhijjaü), sâhiyaṃ kathitaṃ 454 (sâhasu).

Mehrfach bezeichnet Bhuv. einen Satz als sprüchwörtlich, lokokti, so bei 147. 243. 60. 376.

Verse, über die nichts besonderes zu bemerken ist, werden als gatârthâ gâthâ bezeichnet, so je einer in Cento 1. 2. 3, acht in Cento 5, dreizehn in Cento 6, — oder als nigadavyâkhyâtâ, so 83. 467. 84. 504. 9. 45. 91. 2.

Für Näheres verweise ich auf meine Special-Abhandlung, die im 16. Bande der Indischen Studien erscheinen wird.

Ueber die Molecularrefraction flüssiger organischer Verbindungen.

Von H. Landolt.

(Vorgetragen am 19. Januar [s. oben S. 5].)

Im Jahre 1880 sind zwei Abhandlungen über die Beziehung zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und der Körperdichte erschienen; die eine von dem holländischen Physiker Hrn. H. A. Lorentz[1], die andere von Hrn. L. Lorenz[2], in Kopenhagen. Auf theoretischem Wege und zwar von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend kommen beide Autoren zu dem übereinstimmenden Resultat, dass jene Relation sich durch die Formel:

$$\text{I.} \qquad \frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)\, d} = \text{const.}$$

ausdrücken lassen muss, worin n den Brechungsindex und d die Dichte der Substanz bezeichnet. Hr. L. Lorenz, welcher die betreffenden Arbeiten bereits in den Jahren 1869 und 1875 in dänischer Sprache publicirte, hat die Formel durch eine Reihe von Beobachtungen bestätigt, und ebenso ist durch neue Versuche von Hrn. K. Prytz[3] die Gültigkeit derselben dargethan worden.

Die bisherigen Untersuchungen[4] über die genannte Beziehung hatten bekanntlich ergeben, dass die aus der Emissionstheorie des Lichtes abgeleitete Formel: $\frac{n^2 - 1}{d} = \text{const.}$ mit den Beobachtungen durchaus nicht im Einklange steht, dass dagegen der empirische Ausdruck:

$$\text{II.} \qquad \frac{n - 1}{d} = \text{const.}$$

[1] H. A. Lorentz. Wied. Ann. d. Phys. u. Chem. *9*. 641. (1880).

[2] L. Lorenz, ebendaselbst. *11*. 70. (1880).

[3] K. Prytz, ebendaselbst. *11*. 104. (1880).

[4] Dale und Gladstone. Philos. Trans. 1863. 317. — Lond. R. Soc. Proc. *12*. 448. — Phil. Mag. *26*. 484. (1863). — Landolt. Pogg. Ann. *123*. 595. (1864). Ruehlmann. Pogg. Ann. *132*. 1 und 177. (1867). — Wuellner. Pogg. Ann. *133*. 1. (1868). — Damien. Ann. de l'École norm. (2) *10*. 233. (1881).

der geforderten Bedingung mit grosser Annäherung entspricht. Wie die Versuche zeigten, stellt derselbe indess ein genaues Gesetz nicht dar, denn es tritt wenigstens bei Flüssigkeiten eine stetige Abnahme des Quotienten ein, wenn Brechungsindex und Dichte durch Temperaturerhöhung vermindert werden. Diese Veränderung ist zwar nur gering, innerhalb Temperaturgrenzen von etwa 30° bleiben die Werthe stets auf drei Decimalen constant, und es findet dies am vollkommensten statt, wenn den Rechnungen der von der Dispersion befreite Brechungsexponent (Constante A der CAUCHY'schen Formel $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$) zu Grunde gelegt wird. — Ebenso hat bekanntlich die Formel II bei den Gasen Anwendung gefunden[1].

Da nun der Quotient $\frac{n-1}{d}$, die sogenannte specifische Brechung, vielfach benutzt worden ist, um Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Brechungsvermögen organischer Substanzen abzuleiten, so war es von grossem Interesse zu prüfen, ob die gefundenen Resultate sich auch bei Anwendung der LORENZ'schen Formel wieder einstellen. Zu diesem Zwecke habe ich die folgenden Rechnungen ausgeführt.

I.

Verhalten der beiden Formeln zu den Beobachtungen.

Um zunächst zu untersuchen, welche von den beiden Formeln die Bedingung der Constanz besser erfüllt, lässt sich folgendes Beobachtungsmaterial verwenden:

1. Die von Hrn. L. LORENZ[2] ausgeführten Bestimmungen der Brechungsindices und Dichten einer Anzahl Körper im flüssigen Zustande (bei den Temperaturen 10° und 20°), und ferner in Dampfform (bei 100°). Da Hr. L. LORENZ diese Beobachtungen nur zur Prüfung der Formel I, nicht aber zugleich von II benutzte, so habe ich diese letzteren Rechnungen noch vorgenommen und stelle in der nachfolgenden Tabelle I die Resultate zusammen. Die Brechungsexponenten beziehen sich auf den Lithium- und Natriumstrahl.

---

[1] BEER. Höhere Optik p. 35. — KETTELER. Ueber die Farbenzerstreuung der Gase. Bonn 1865. — MASCART. Ann. de l'École norm. (2) *6*. 9 (1877). — Compt. rend. *86*. 1182. (1878).

[2] Wied. Ann. *11*. 93—100.

Tabelle I.

Aggreg.-Zustand	Temp.	$\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ n_{Li}	Diff.	n_{Na}	Diff.	$\frac{n-1}{d}$ n_{Li}	Diff.	n_{Na}	Diff.
				Wasser					
Flüssig	10°	—	—	0.2062		—	—	0.3338	
»	20°	—	—	0.2061	—0.0001	—	—	0.3336	—0.0002
Dampf	100	—	—	0.2068	+ ···7	—	—	0.3101	·235
				Aethylalkohol					
Flüssig	10°	0.2789		0.2804		0.4555		0.4582	
»	20	0.2792	+0.0003	0.2807	+0.0003	0.4554	—0.0001	0.4581	—0.0001
Dampf	100	0.2810	+ ··18	0.2825	+ ··18	0.4215	— ·339	0.4237	— ·344
				Aethyläther					
Flüssig	10°	0.3010		0.3026		0.4905		0.4935	
»	20°	0.3012	+ ···2	0.3029	+ ···3	0.4901	— ···4	0.4930	— ···5
Dampf	100	0.3054	+ ··42	0.3068	+ ··39	0.4578	— ·323	0.4599	— ·331
				Aethylacetat					
Flüssig	10°	0.2533		0.2547		0.4148		0.4174	
»	20	0.2536	+ ···3	0.2549	+ ···2	0.4147	— ···1	0.4172	— ···2
Dampf	100	0.2670	+ ·134	0.2683	+ ·134	0.4004	— ·143	0.4024	— ·148
				Aethyljodid					
Flüssig	10°	0.1543		0.1557		0.2634		0.2663	
»	20	0.1544	+ ···1	0.1558	+ ···1	0.2630	— ···4	0.2658	— ···5
Dampf	100	0.1558	+ ··14	0.1571	+ ··13	0.2336	— ·294	0.2356	— ·302
				Chloroform					
Flüssig	10°	0.1780		0.1790		0.2979		0.3000	
»	20	0.1780	····	0.1791	+ ···1	0.2975	— ···4	0.2996	— ···4
Dampf	100	0.1787	+ ···7	0.1796	+ ···5	0.2681	— ·294	0.2694	— ·302
				Schwefelkohlenstoff					
Flüssig	10°	0.2766		0.2805		0.4889		0.4977	
»	20	0.2769	+ ···3	0.2809	+ ···4	0.4883	— ···6	0.4970	— ···7
Dampf	100	0.2858	+ ··89	0.2898	+ ··89	0.4289	— ·594	0.4348	— ·622

Aus der Tabelle ersieht man, dass die Lorenz'sche Formel trotz der bedeutenden Aenderungen, welche die Brechungsindices und Dichten beim Uebergang aus dem flüssigen in den dampfförmigen Zustand erleiden, doch nicht sehr abweichende Quotienten liefert; indess zeigt sich, dass dieselben mit steigender Temperatur bei allen Substanzen zunehmen. Das Umgekehrte tritt bei der Formel $\frac{n-1}{d}$ auf, es nehmen die Werthe stets ab, und zwar zwischen 20° und 100° in sehr viel stärkerem Grade als bei der n^2 Formel.

Zu dem nämlichen Resultate ist auch bereits Hr. Prytz[1] gelangt,

[1] Prytz. Wied. Ann. *11*. 104.

welcher 10 organische Substanzen im flüssigen und dampfförmigen Zustande untersuchte. Ebenso fand Hr. H. A. LORENTZ[1] mit Zugrundelegung früherer WUELLNER'scher Beobachtungen,[2] die sich indess nur auf Flüssigkeiten und Temperaturintervalle von höchstens 24° beziehen, dass beide Ausdrücke zu Abweichungen führen, welche die Beobachtungsfehler übersteigen, und dass je nach der Natur der Substanzen bald die eine bald die andere Formel übereinstimmendere Quotienten liefert.

2. Ein weiteres Material zur Prüfung der beiden Formeln hat kürzlich Hr. B. C. DAMIEN[3] geliefert, indem derselbe Brechungsexponenten und Dichte von festem und flüssigem Phosphor, ferner von Essigsäure, Calciumnitrat ($Ca(NO_3)_2 + 4 H_2O$) und Natriumhyposulfit ($Na_2S_2O_3 + 5 H_2O$) im geschmolzenen und durch Abkühlen überschmolzenen resp. übersättigten Zustande bei verschiedenen Temperaturen bestimmte. Mit Zugrundelegung der Constante A der CAUCHY'schen Dispersionsformel, welche Hr. DAMIEN aus den Brechungsexponenten für die Wasserstofflinien $H\alpha$ und $H\gamma$ berechnete, ergeben sich folgende Zahlen:

Tabelle II.

	Temp.	$\frac{A^2-1}{(A^2-2)d}$	Diff.	$\frac{A-1}{d}$	Diff.
Phosphor, flüssig...	29.2° 55.3	0.2814 0.2826	+ 0.0012	0.5617 0.5614	— 0.0003
Essigsäure.........	8.6 32.0	0.2110 0.2114	+ 0.0004	0.3448 0.3445	— 0.0003
Calciumnitrat	12.3 53.2	0.1524 0.1526	+ 0.0002	0.2551 0.2547	— 0.0004
Natriumhyposulfit ..	17.2 59.8	0.1707 0.1710	+ 0.0003	0.2875 0.2872	— 0.0003

Auch hier tritt wieder der Fall ein, dass die LORENZ'sche Formel Werthe liefert, welche mit steigender Temperatur sich vergrössern, während die andere abnehmende Zahlen giebt. Die Grösse der Veränderung ist bei beiden Formeln fast übereinstimmend.

Für die Vergleichung zwischen flüssigem und festem Phosphor bei der nämlichen Temperatur ergeben die DAMIEN'schen Beobachtungen nachstehende Resultate:

[1] LORENTZ. Wied. Ann. *9*. 641.
[2] WUELLNER. Pogg. Ann. *133*. 1.
[3] DAMIEN. Ann. de l'École norm. (2). *10*. 233. — Journ. de phys. *10*. 394, 431. — (1881).

Tabelle III.

	Temp.	$\frac{A^2 - 1}{(A^2 + 2) d}$		$\frac{A - 1}{d}$	
			Diff.		Diff.
Fester Phosphor	29.2°	0.2786	0.0028	0.5617	—
Flüssiger »		0.2814		0.5617	
Fester Phosphor	34.7	0.2787	0.0030	0.5616	—
Flüssiger »		0.2817		0.5616	
Fester Phosphor	37.5	0.2788	0.0030	0.5616	0.0001
Flüssiger »		0.2818		0.5615	

Die n^2-Formel bewährt sich in diesem Falle nicht so gut wie bei den Lorenz'schen Versuchen über den flüssigen und dampfförmigen Aggregatzustand, sie giebt für den flüssigen Phosphor stets erheblich höhere Werthe als für den festen. Dagegen führt die n-Formel zu ganz übereinstimmenden Zahlen.

3. Endlich können die beiden Formeln auf die Weise geprüft werden, dass man aus den specifischen Brechungen zweier Flüssigkeiten diejenige von Mischungen derselben berechnet, und die erhaltenen Werthe mit den direct beobachteten vergleicht. Frühere Versuche[1] hatten ergeben, dass die Gleichung:

$$\frac{N - 1}{D}(p + p_1) = \frac{n - 1}{d} p + \frac{n_1 - 1}{d_1} p,$$

worin p p_1 die Gewichtsmengen der Bestandtheile, N und D Brechungsindex und Dichte der Mischung bezeichnen, Resultate liefert, welche mit den Beobachtungen bis auf einige Einheiten in der vierten Decimale übereinstimmen, so dass die obige Relation sich auch benutzen lässt, um aus den specifischen Brechungen das Gewichtsverhältniss der Elemente abzuleiten. (Optische Analyse[2]).

In Folgendem habe ich das Verhalten der Gleichung:

$$\frac{N^2 - 1}{(N^2 + 2) d}(p + p_1) = \frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2) d} p + \frac{n_1^2 - 1}{(n_1^2 + 2) d_1} p_1$$

geprüft und stelle die erhaltenen Resultate mit denjenigen, welche die erste Formel liefert, zusammen. Den Rechnungen in Tabelle IV wurden eine Anzahl von mir früher ausgeführter Beobachtungen zu Grunde gelegt, und zwar finden sich diejenigen zu den Gemengen No. 1 bis 6 in Pogg. Ann. 123, p. 624, und zu No. 7 bis 17 in den Ann. d. Chem. u. Pharm. Suppl. Bd. 4 p. 11—15 angegeben. Bei

[1] Landolt. Pogg. Ann. *123*. 623. (1864).
[2] Landolt. Ann. d. Chem. u. Pharm. Suppl. Bd. *4*. 1. (1865).

der ersten Gruppe beziehen sich die Brechungsindices auf die Wasserstofflinie H_α, bei der zweiten auf den Strahl D.

Tabelle IV.

No.	Zusammensetzung der Mischung.		$\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$	Diff.	$\frac{n-1}{d}$	Diff.
1	96 Th. Methylalkohol .. / 88 » Amylalkohol	Beob. / Rech.	0.2773 / 0.2772	— 0.0001	0.4528 / 0.4533	+ 0.0005
2	92 Th. Aethylalkohol ... / 88 » Amylalkohol	Beob. / Rech.	0.2887 / 0.2885	— ...2	0.4739 / 0.4738	— ...1
3	46 Th. Aethylalkohol .. / 176 » Amylalkohol ...	Beob. / Rech.	0.2966 / 0.2964	— ...2	0.4888 / 0.4886	— ...2
4	60 Th. Essigsäure ...... / 88 » Buttersäure	Beob. / Rech.	0.2361 / 0.2357	— ...4	0.3878 / 0.3873	— ...5
5	46 Th. Aethylalkohol ... / 46 » Ameisensäure	Beob. / Rech.	0.2304 / 0.2304	....	0.3760 / 0.3762	+ ...2
6	106 Th. Bittermandelöl .. / 46 » Ameisensäure ...	Beob. / Rech.	0.2658 / 0.2646	— ..12	0.4505 / 0.4505	....
7	25.6 Th. Alkohol .... / 74.4 » Wasser	Beob. / Rech.	0.2235 / 0.2235	....	0.3636 / 0.3632	— ...4
8	50.7 Th. Alkohol .... / 49.3 » Wasser	Beob. / Rech.	0.2413 / 0.2419	+ ...6	0.3937 / 0.3934	— ...3
9	74.9 Th. Alkohol .... / 25.1 » Wasser	Beob. / Rech.	0.2588 / 0.2594	+ ...6	0.4225 / 0.4226	+ ...1
10	29.8 Th. Alkohol .... / 70.2 » Aether	Beob. / Rech.	0.2945 / 0.2948	+ ...3	0.4798 / 0.4800	+ ...2
11	28.4 Th. Alkohol........ / 71.6 » Schwefelkohlenst.	Beob. / Rech.	0.2814 / 0.2798	— ..16	0.4839 / 0.4840	+ ...1
12	87.2 Th. Alkohol........ / 12.8 » Schwefelkohlenst.	Beob. / Rech.	0.2790 / 0.2779	— ..11	0.4583 / 0.4584	+ ...1
13	90.75 Th. Aethylalkohol. / 9.25 » Amylalkohol ..	Beob. / Rech.	0.2805 / 0.2805	....	0.4584 / 0.4585	+ ...1
14	64.1 Th. Aethylalkohol.. / 35.9 » Amylalkohol ...	Beob. / Rech.	0.2879 / 0.2875	— ...4	0.4718 / 0.4716	— ...2
15	18.7 Th. Aethylalkohol .. / 81.3 » Amylalkohol ...	Beob. / Rech.	0.2995 / 0.2994	— ...1	0.4940 / 0.4940	....
16	52.15 Th, Essigsäure .... / 47.85 » Buttersäure ...	Beob. / Rech.	0.2326 / 0.2326	....	0.3821 / 0.3821	....
17	13.11 Th. Alkohol ...... / 86.89 » Chloroform ...	Beob. / Rech.	0.1920 / 0.1921	+ ...1	0.3193 / 0.3198	+ ...5

Wie aus der Tabelle ersichtlich sind die Resultate, welche die zwei Formeln liefern, im Wesentlichen nicht sehr verschieden, es treten bei beiden positive und negative Abweichungen von den Beobachtungen auf. In denjenigen Fällen, wo Mischungen mit stark brechenden Bestandtheilen (Bittermandelöl oder Schwefelkohlenstoff) vorliegen, wie bei N° 6, 11 u. 12, giebt zwar die n^2-Formel erhebliche Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung, indess lassen sich dieselben ohne Zweifel vermindern, wenn man statt der Brechungsindices n_α oder n_D die Refractionsconstante der Cauchy'schen Dispersionsgleichung zu Grunde legen würde. Ferner ist nicht zu verkennen, dass die n^2-Formel vorwiegend etwas zu niedrige Werthe liefert.

Wendet man die beiden Formeln zur optischen Analyse eines Gemenges von zwei Flüssigkeiten an, so ergeben sich die in Tabelle V angeführten Resultate, zu deren Berechnung die nämlichen Beobachtungen dienten, wie zu Tabelle IV. Aus der beobachteten specifischen Brechung der Mischung:

$$K = \frac{N^2 - 1}{(N^2 + 2) D} \text{ resp. } \frac{N - 1}{D}$$

und derjenigen ihrer zwei Bestandtheile:

$$k = \frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2) d} \text{ resp. } \frac{n - 1}{d}, \text{ und } k_1 = \frac{n_1^2 - 1}{(n_1^2 + 2) d_1} \text{ resp. } \frac{n_1 - 1}{d_1}$$

wurde der Procentgehalt p des mit der stärkern specifischen Brechung begabten Bestandtheils aus der Gleichung:

$$p = 100 \frac{K - k}{k - k_1}$$

gefunden. Die Mischungen No. 11 und 12 mussten weggelassen werden, da die n^2-Formel hier ihren Dienst versagt.

Tabelle V.

No.	Mischung.	Wirklicher Procentgehalt.	Berechneter Procentgehalt. $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$	Diff.	Berechneter Procentgehalt. $\frac{n-1}{d}$	Diff.
1	Amylalkohol........ / Methylalkohol	47.8	48.1	+ 0.3	47.3	— 0.5
2	Amylalkohol .... / Aethylalkohol	48.9	49.6	+ 0.7	49.1	+ 0.2
3	Amylalkohol .... / Aethylalkohol	79.3	80.0	+ 0.7	79.6	+ 0.3
4	Buttersäure .... / Essigsäure	59.5	60.4	+ 0.9	60.3	+ 0.8

Tabelle V. (Fortsetzung.)

No.	Mischung.	Wirklicher Procentgehalt.	Berechneter Procentgehalt. $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$	Diff.	$\frac{n-1}{d}$	Diff.
5	Aethylalkohol ...... Ameisensäure	50.0	50.1	+ 0.1	49.8	— 0.2
6	Bittermandelöl ...... Ameisensäure	69.7	70.8	+ 1.1	69.8	+ 0.1
7	Alkohol .... Wasser	25.6	25.2	— 0.4	25.9	+ 0.3
8	Alkohol .... Wasser	50.7	49.8	— 0.9	50.9	+ 0.2
9	Alkohol .... Wasser	74.9	74.0	— 0.9	74.8	— 0.1
10	Aether .... Alkohol	70.2	68.8	— 1.4	69.8	— 0.4
13	Amylalkohol .... Aethylalkohol	9.25	9.2	— 0.05	9.1	— 0.15
14	Amylalkohol .... Aethylalkohol	35.9	37.2	+ 1.3	36.2	+ 0.3
15	Amylalkohol .... Aethylalkohol	81.3	81.6	+ 0.3	81.2	— 0.1
16	Buttersäure .... Essigsäure	47.85	47.9	+ 0.05	47.8	— 0.05
17	Alkohol .... Chloroform	13.1	13.0	— 0.1	12.8	— 0.3

Die obigen Zahlen zeigen, dass für die optisch-chemische Analyse die einfachere Formel entschieden vorzuziehen ist. Die mittelst derselben berechneten Procentgehalte weichen von den wirklichen meist nur um 0.1 bis 0.3 ab, während die n^2-Formel zu erheblich grössern Fehlern führt, welche z. B. bei den Mischungen No. 6, 10 und 14 den Betrag von 1.1 bis 1.4 erreichen.

Das Gesammtergebniss über die Prüfung der beiden Formeln ist somit folgendes:

1. Jeder der beiden Ausdrücke entspricht der Bedingung der Constanz nur annähernd. Die n^2-Formel giebt bei steigender Temperatur zunehmende Werthe, die n-Formel dagegen abnehmende.

2. Die Quotienten der n^2-Formel ändern sich, wenn die Substanz aus dem flüssigen in den dampfförmigen Aggregatzustand übergeht,

in weit geringerem Grade als die der n Formel. Innerhalb Temperaturintervallen bis zu etwa 30° geben bei Flüssigkeiten beide Formeln Werthe, welche auf drei Decimalen constant bleiben.

3. Bei der Anwendung auf Mischungsrechnungen liefert die n^2 Formel keine genaueren Resultate als die andere. Für die optisch-chemische Analyse ist die n Formel vorzuziehen.

II.

Beziehungen zwischen der chemischen Constitution und der molecularen Brechung mit Zugrundelegung der Formel:

$$\frac{n-1}{d}.$$

Das durch die empirische Formel $\frac{n-1}{d}$ ausgedrückte specifische Brechungsvermögen ist schon vor längerer Zeit von mir[1] und neuerdings in ausgedehnter Weise von Hrn. J. W. Bruehl[2] benutzt worden, um Beziehungen zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und der atomistischen Zusammensetzung aus C, H und O bestehender Körper aufzusuchen. Zu diesem Zwecke wurde jene Grösse durch Multiplication mit dem Moleculargewicht P auf chemisch vergleichbare Massen bezogen, und die sogenannte Molecularrefraction oder das Refractionsaequivalent:

$$M = P\,\frac{n-1}{d}$$

einer grössern Anzahl flüssiger organischer Substanzen in verschiedener Weise combinirt. Zur Bestimmung der Brechungsindices hatten bei jenen Untersuchungen die Wasserstofflinien $H\alpha$ β γ gedient, und indem

[1] Landolt. Pogg. Ann. *123.* 595. (1864); mit Benutzung früherer Arbeiten in Pogg. Ann. *117.* 353. (1862) und *122.* 545. (1864).

[2] Bruehl. Liebig. Ann. *200.* 139; *203.* 1, 255, 363. (1880). — Ber. d. D. chem. Ges. *12.* 2135; *13.* 1119. 1520. (1880). *14.* 2533, 2735, 2797. (1881). — Sitzb. d. Wiener Akad. II. Abth. *84.* 1. (1881).

Fernere Arbeiten auf diesem Gebiete sind erschienen von:

Haagen. Pogg. Ann. *131.* 117. (1867).

Gladstone. Lond. R. Soc. Proc. *16.* 439. (1868) — *18.* 49. (1869). — Chem. Soc. J. (2) *8.* 101, 147. (1870) — Phil. Mag. (5) *11.* 54. — Lond. R. Soc. Proc. *31.* 327. (1881).

Kannonikow. Ber. d. D. chem. Ges. *14.* 1697. (1881).

man aus n_α und n_γ die Refractionsconstante der CAUCHY'schen Dispersionsformel $n = A + \frac{B}{\lambda_2}$ ableitete, wurde schliesslich A sowie der Brechungsindex n_α zur Berechnung der Molecularrefractionen M_A und M_α gewählt.

Es ergaben sich nachstehende Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und optischem Verhalten:

I. Bei Körpern, deren C Atome sämmtlich nur durch eine Valenz vereinigt sind und welche ferner die O Atome in gleicher Weise gebunden enthalten, übt die übrige Verschiedenheit in der Atomgruppirung keinen bestimmt nachweisbaren Einfluss auf die Molecularrefraction aus; dieselbe ist bei isomeren und metameren Substanzen dieser Art übereinstimmend. — Isomere von verschiedener chemischer Constitution können dagegen erhebliche Differenzen in der Molecular-Refraction zeigen.

II. Gleichen Differenzen in den empirischen chemischen Formeln gesättigter Körper entsprechen constante Unterschiede im Refractionsaequivalent. Man kann daher durch passende Zusammenstellung verschiedener Substanzen aus deren Molecularrefraction die Atomrefraction r_α und r_A ihrer Elemente ableiten, und zwar lässt sich für C, H und O folgender Weg einschlagen:

1. Aus den homologen Reihen der einwerthigen Alkohole und Säuren sowie der Ester resultiren für die Gruppe CH_2 im Mittel die Zahlen: $M_\alpha = 7.60$ und $M_A = 7.44$ (LANDOLT).

2. Bei der Ableitung der Atomrefraction des **Sauerstoffes** hat es sich gezeigt, dass man für dieselbe verschiedene Werthe erhält, je nachdem das Sauerstoffatom nur mit einer seiner beiden Valenzen an 1 At C gebunden ist, oder eine sogenannte doppelte Bindung desselben stattfindet.

Zieht man zunächst von der Mol. Refr. der Aldehyde $(CH_2)_n O''$ die nach 1. erhaltenen Werthe für $(CH_2)_n$ ab, so bleibt als Atomrefraction des doppelt gebundenen Sauerstoffs:

O'': $r_\alpha = 3.40$ $r_A = 3.29$ (BRUEHL).

Die Atomrefraction des mit einer Valenz an C gebundenen Sauerstoffs O' (Hydroxylsauerstoffs) lässt sich ableiten: a) aus der Vergleichung der Säuren $C_n H_{2n} O'' O'$ mit den Aldehyden $C_n H_{2n} O''$. — b) aus den Säuren und Estern $(CH_2)_n O'' O'$ durch Abziehen der aus den vorhergehenden Zahlen berechneten Werthen für $(CH_2)_n + O''$. Im Mittel wurde gefunden:

O': $r_\alpha = 2.80$ $r_A = 2.71$ (BRUEHL).

3. Die Atomrefraction des **Wasserstoffs** resultirt, indem man von Mol. Refr. der Alkohole $C_n H_{2n+2} O'$ die berechneten Werthe für $(C H_2)_n + O'$ abzieht. Aus den für H_2 erhaltenen Differenzen ergiebt sich durch Halbirung:

H: $r_\alpha = 1.30$ $r_A = 1.29$ (Landolt).

4. Aus der Differenz der Werthe von $C H_2$ und H_2 leitet sich die Refraction der mit einer Valenz gebundenen **Kohlenstoffatome** ab. Es resultirt für:

C: $r_\alpha = 5.00$ und $r_A = 4.86$ (Landolt).

5. Auf dieselbe Weise wurde aus der Mol. Refr. **chlor-, brom-** und **jodhaltiger** Kohlenstoffverbindungen die Atomrefraction der betreffenden Elemente abgeleitet. Man fand für:

Cl:	$r_\alpha = 9.79$[1]	$r_A = 9.53$	(Haagen)
Br:	$r_\alpha = 15.34$	$r_A = 14.75$	»
J:	$r_\alpha = 24.87$	$r_A = 23.55$	»

III. Die Molecularrefraction einer gesättigten Kohlenstoffverbindung ergiebt sich mit Zugrundelegung ihrer chemischen Formel durch Summirung der Atomrefractionen.

$$R_\alpha (C_a H_b O''_c O'_d) = 5\, a + 1.3\, b + 3.4\, c + 2.8\, d$$
$$R_A (C_a H_b O''_c O'_d) = 4.86\, a + 1.29\, b + 3.29\, c + 2.71\, d$$

Die berechneten Werthe R_α und R_A weichen von den beobachteten Molecularrefractionen M_α und M_A stets nur wenig, und zwar in positivem wie negativem Sinne ab.

IV. Berechnet man mit Hülfe der oben angegebenen Atomrefractionen die Molecularrefraction ungesättigter organischer Körper d. h. solcher, welche sogenannte **doppelte Kohlenstoffverbindungen** enthalten, so zeigt sich, dass diese Werthe R stets erheblich kleiner werden als die beobachteten Mol. Refractionen M. Bei Substanzen mit einer Doppelbindung (Allylgruppe) beträgt die Differenz $M_\alpha - R_\alpha = 2.4$ und $M_A - R_A = 2.1$, bei solchen mit zwei (Valerylen, Diallyl) ist sie 4.5 resp. 4.0, und endlich bei drei Doppelbindungen (Benzolkörper) findet man $M_\alpha - R_\alpha = 7.2$ und $M_A - R_A = 6.0$. Da die Zahlen 2.4, 4.5, 7.2 oder 2.1, 4.0, 6.0 in dem Verhältnisse von 1 : 2 : 3 stehen, so tritt also für je **eine Doppelbindung** zwischen zwei Kohlenstoffatomen eine **Vermehrung der Molecularrefraction** um die Werthe:

2.4 für R_α und 2.0 für R_A

ein. (Bruehl).

[1] Bruehl fand $r_\alpha = 9.88$.

Mit Berücksichtigung dieser Zahlen lässt sich die Molecularrefraction ungesättigter Verbindungen berechnen, wenn ihre Structurformel bekannt ist. Umgekehrt können die obigen Verhältnisse für die Erforschung der chemischen Constitution von Wichtigkeit werden, indem sich aus der Differenz zwischen der berechneten und der beobachteten Molecularrefraction eines Körpers erkennen lässt, ob und wie viele doppelte Kohlenstoffbindungen in demselben vorhanden sind. (BRUEHL).

V. Sauerstoff und Kohlenstoff haben, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, eine wechselnde Atomrefraction, je nachdem sie mit einer oder zwei Valenzen an ein anderes Atom gebunden sind. Dies wird wahrscheinlich bei allen mehrwerthigen Elementen der Fall sein, indess liegen hierüber noch keine Beobachtungen vor. — Die Atomrefraction der einwerthigen Elemente ist dagegen constant. (BRUEHL, GLADSTONE).

VI. Aus der für eine Verbindung berechneten Molecularrefraction R und dem Moleculargewicht P kann, wenn ferner das spec. Gewicht d bekannt ist, der Brechungsindex n abgeleitet werden. Man hat:

$$n = 1 + \frac{R}{P} d.$$

Die Abweichungen zwischen den so berechneten Brechungsexponenten und den beobachteten treten in der dritten Decimalstelle auf. Die erhaltenen Indices gelten für diejenige Temperatur, bei welcher man das specifische Gewicht der Substanz (bezogen auf Wasser von 4°) ermittelt hat.

III.

Beziehungen zwischen der chemischen Constitution und molecularen Brechung mit Zugrundelegung der Formel:

$$\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)\, d}.$$

Um nun auf den Hauptzweck dieser Arbeit einzugehen, nämlich die Prüfung, ob die im vorhergehenden Abschnitt angeführten Resultate sich auch bei Anwendung der LORENZ'schen Formel wieder

zeigen, mussten die sämmtlichen Rechnungen wiederholt werden. Zunächst wurden für eine grössere Anzahl (93) flüssiger organischer Substanzen die Werthe $\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2) d}$ und $P \frac{n^2 - d}{(n^2 + 2) d}$ bestimmt, und die hierzu nöthigen Daten aus den Tabellen entnommen, welche Hr. J. W. Bruehl[1] über die von ihm und mir ausgeführten Beobachtungen zusammengestellt hat. Die Rechnungen sind mit Zugrundelegung des Brechungsexponenten n_α und der Refractionsconstanten A der Cauchy-schen Dispersionsformel vorgenommen worden.[2] Tab. V.[3]

Zuvor bemerke ich noch, dass zum Unterschiede von den in Abschnitt II. gebrauchten Zeichen, nämlich für:

1. die beobachtete Molecularrefraction:

$$P \frac{n_\alpha - 1}{d} = M_\alpha \text{ und } P \frac{A - 1}{d} = M_A,$$

2. die aus den Atomrefractionen berechnete Molecularrefraction: R_α und R_A,

3. die Atomrefraction eines Elementes: r_α und r_A,

in der Folge bezüglich der Lorenz'schen Formel die entsprechenden deutschen Buchstaben gesetzt werden sollen, also für:

1. die aus den Beobachtungen abgeleitete Molecularrefraction:

$$P \frac{n_\alpha^2 - 1}{(n_\alpha^2 + 2) d} = \mathfrak{M}_\alpha \text{ und } P \frac{A^2 - 1}{(A^2 + 2) d} = \mathfrak{M}_A,$$

2. die aus den Atomrefractionen berechnete Molecularrefraction: $\mathfrak{R}_\alpha$ und $\mathfrak{R}_A$,

3. die Atomrefraction eines Elementes: $\mathfrak{r}_\alpha$ und $\mathfrak{r}_A$.

---

[1] Bruehl. Liebig's Ann. *203.* 1.

[2] In Bezug auf die Constante A der Formel $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$, d. h. dem von der Dispersion befreiten Brechungsindex oder Index für unendlich grosse Wellenlänge ist zu bemerken, dass die Berechnung derselben bekanntlich eine gewisse Unsicherheit darbietet, indem nicht nur bei stark zerstreuenden Substanzen (wo noch ein drittes Glied $\frac{C}{\lambda^4}$ hinzugenommen werden muss), sondern auch bei mit schwacher Dispersion begabten die Werthe A etwas verschieden ausfallen können, je nachdem man sie aus den Indices n_α und n_γ oder n_α und n_β ableitet. Die Differenzen treten in der vierten Decimalstelle, bisweilen auch schon in der dritten auf. Lorenz (Wied. Ann. *11.* 88) zog es wegen dieser Unsicherheit vor, die direct beobachteten Brechungsexponenten zu den Rechnungen anzuwenden. Immerhin hat es sich bezüglich der nachfolgenden Resultate gezeigt, dass dieselben bei Anwendung der Constanten A etwas gleichförmiger ausfallen, als wenn man den Brechungsindex n_α benutzt. Eine andere Dispersionsformel als die Cauchy'sche, die wegen ihrer Einfachheit vorgezogen wurde, habe ich nicht versucht.

[3] In der dritten Columne bedeutet H: Haagen.

Tabelle VI.

		Beobachter.	P	d_4^{20}	n_α	A	$\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ n_α	$\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ A	$P\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ $\mathfrak{M}_\alpha$	$P\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ $\mathfrak{M}_A$
I.										
Wasser	H_2O	L	18	0.9983	1.3311	1.3239	0.2050	0.2009	3.69	3.62
Ameisensäure	CH_2O_2	L	46	1.2188	1.3693	1.3606	0.1853	0.1814	8.52	8.34
Methylalkohol	CH_4O	L	32	0.7953	1.3279	1.3214	0.2550	0.2504	8.16	8.01
Acetaldehyd	C_2H_4O	L	44	0.7799	1.3298	1.3223	0.2615	0.2560	11.50	11.27
Essigsäure	$C_2H_4O_2$	L	60	1.0495	1.3699	1.3618	0.2155	0.2112	12.93	12.67
Aethylalkohol	C_2H_6O	L	46	0.8000	1.3605	1.3532	0.2762	0.2712	12.71	12.47
Aethylenalkohol	$C_2H_6O_2$	L	62	1.1072	1.4253	1.4165	0.2311	0.2269	14.33	14.07
Aceton	C_3H_6O	L	58	0.7920	1.3572	1.3489	0.2767	0.2709	16.05	15.71
Propylaldehyd	C_3H_6O	B	58	0.8066	1.3616	1.3534	0.2747	0.2691	15.93	15.61
Propionsäure	$C_3H_6O_2$	L	74	0.9946	1.3846	1.3764	0.2354	0.2309	17.42	17.09
Essigs. Methyl	$C_3H_6O_2$	L	74	0.9039	1.3592	1.3516	0.2437	0.2390	18.03	17.69
Ameisens. Aethyl	$C_3H_6O_2$	L	74	0.9064	1.3580	1.3504	0.2423	0.2377	17.93	17.59
Milchsäure	$C_3H_6O_3$	L	90	1.2403	1.4392	1.4297	0.2122	0.2081	19.09	18.73
Propylalkohol norm.	C_3H_8O	B	60	0.8044	1.3835	1.3754	0.2903	0.2849	17.42	17.09
Isopropylalkohol	C_3H_8O	B	60	0.7887	1.3757	1.3679	0.2907	0.2853	17.44	17.12
Isopropylalkohol	C_3H_8O	L	60	0.8030	1.3794	1.3717	0.2880	0.2828	17,28	16.97
Methylal	$C_3H_8O_2$	B	76	0.8604	1.3518	1.3448	0.2513	0.2467	19.10	18.75
Glycerin	$C_3H_8O_3$	L	92	1.2590	1.4706	1.4612	0.2219	0.2180	20.41	20.06
Essigs. Anhydrid	$C_4H_6O_3$	L	102	1.0816	1.3883	1.3798	0.2183	0.2141	22.27	21.83
Butylaldehyd	C_4H_8O	B	72	0.8170	1.3822	1.3737	0.2850	0.2793	20.52	20.11
Isobutylaldehyd	C_4H_8O	B	72	0.7938	1.3709	1.3626	0.2856	0.2798	20.56	20.15
Buttersäure norm.	$C_4H_8O_2$	L	88	0.9594	1.3955	1.3870	0.2502	0.2454	22.01	21.60
Buttersäure norm.	$C_4H_8O_2$	B	88	0.9587	1.3958	1.3871	0.2505	0.2456	22.05	21.61
Isobuttersäure	$C_4H_8O_2$	B	88	0.9490	1.3909	1.3826	0.2503	0.2456	22.03	21.61
Essigs. Aethyl	$C_4H_8O_2$	L	88	0.9007	1.3707	1.3629	0.2515	0.2468	22.14	21.72
Butylalkohol norm.	$C_4H_{10}O$	B	74	0.8099	1.3971	1.3889	0.2974	0.2920	22.01	21.60
Isobutylalkohol	$C_4H_{10}O$	L	74	0.8062	1.3940	1.3858	0.2967	0.2912	21.96	21.55
Trimethylcarbinol	$C_4H_{10}O$	B	74	0.7864	1.3857	1.3776	0.2985	0.2929	22.09	21.68
Aethylaether	$C_4H_{10}O$	L	74	0.7157	1.3511	1.3437	0.3015	0.2958	22.31	21.89
Valeral	$C_5H_{10}O$	L	86	0.7984	1.3861	1.3775	0.2943	0.2884	25.31	24.80
Isovaleriansäure	$C_5H_{10}O_2$	L	102	0.9298	1.4022	1.3934	0.2620	0.2569	26.72	26.21
Butters. Methyl	$C_5H_{10}O_2$	L	102	0.8962	1.3869	1.3788	0.2626	0.2577	26.79	26.29
Essigs. Propyl	$C_5H_{10}O_2$	B	102	0.8856	1.3824	1.3743	0.2630	0.2581	26.83	26.32
Kohlens. Aethyl	$C_5H_{10}O_3$	B	118	0.9762	1.3834	1.3757	0.2392	0.2349	28.22	27.72
Amylalkohol (Gähr.)	$C_5H_{12}O$	L	88	0.8123	1.4057	1.3971	0.3022	0.2965	26.59	26.09
Amylalkohol (Gähr.)	$C_5H_{12}O$	B	88	0.8104	1.4051	1.3966	0.3025	0.2969	26.62	26.13
Propylaethylaether	$C_5H_{12}O$	B	88	0.7386	1.3676	1.3598	0.3044	0.2987	26.79	26.28
Acetessigester	$C_6H_{10}O_3$	B	130	1.0256	1.4172	1.4073	0.2453	0.2402	31.89	31.22
Oxals. Aethyl	$C_6H_{10}O_4$	B	146	1.0793	1.4082	1.3992	0.2287	0.2242	33.39	32.74
Isocapronsäure	$C_6H_{12}O_2$	L	116	0.9237	1.4116	1.4026	0.2691	0.2640	31.22	30.62
Valerians. Methyl	$C_6H_{12}O_2$	L	116	0.8795	1.3927	1.3842	0.2712	0.2660	31.46	30.85
Butters. Aethyl	$C_6H_{12}O_2$	L	116	0.8892	1.3940	1.3858	0.2690	0.2640	31.20	30.63
Ameisens. Amyl	$C_6H_{12}O_2$	L	116	0.8802	1.3959	1.3874	0.2729	0.2677	31.66	31.06
Paraldehyd	$C_6H_{12}O_3$	B	132	0.9943	1.4030	1.3953	0.2454	0.2413	32.40	31.85
Hexan	C_6H_{14}	B	86	0.6603	1.3734	1.3654	0.3454	0.3388	29.70	29.14
Acetal	$C_6H_{14}O_2$	B	118	0.8314	1.3800	1.3722	0.2786	0.2735	32.88	32.27
Oenanthol	$C_7H_{14}O$	B	114	0.8495	1.4234	1.4143	0.3000	0.2943	34.20	33.56
Oenanthsäure	$C_7H_{14}O_2$	L	130	0.9160	1.4192	1.4101	0.2758	0.2705	35.85	35.17
Valerians. Aethyl	$C_7H_{14}O_2$	L	130	0.8661	1.3950	1.3866	0.2768	0.2716	35.98	35.31
Methylhexylketon	$C_8H_{16}O$	B	128	0.8185	1.4139	1.4047	0.3052	0.2993	39.07	38.30
Methylhexylcarbinol	$C_8H_{18}O$	B	130	0.8193	1.4223	1.4133	0.3104	0.3046	40.35	39.59
Valerians. Amyl	$C_{10}H_{20}O_2$	L	172	0.8568	1.4098	1.4009	0.2890	0.2835	49.72	48.76

Tabelle VI. (Fortsetzung.)

		Beobachter.	P	d_4^{20}	n_α	A	$\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ n_α	$\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ A	$P\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ $\mathfrak{M}_\alpha$	$P\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}$ $\mathfrak{M}_A$
Kohlentetrachlorid ..	CCl_4	H	154	1.5912	1.4579	1.4462	0.1715	0.1677	26.40	25.82
Chloroform	$CHCl_3$	H	119.5	1.4898	1.4440	1.4330	0.1783	0.1745	21.31	20.85
Chloral	C_2HOCl_3	B	147.5	1.5121	1.4530	1.4414	0.1788	0.1748	26.37	25.78
Aethylenchlorid	$C_2H_4Cl_2$	B	99	1.2521	1.4419	1.4315	0.2113	0.2069	20.92	20.49
Aethylidenchlorid ..	$C_2H_4Cl_2$	B	99	1.1743	1.4142	1.4045	0.2129	0.2085	21.08	20.64
Propionylchlorid	C_3H_5OCl	B	92.5	1.0646	1.4026	1.3927	0.2290	0.2240	21.18	20.72
Propylchlorid	C_3H_7Cl	B	78.5	0.8898	1.3866	1.3781	0.2644	0.2592	20.75	20.35
Propylbromid	C_3H_7Br	B	123	1.3520	1.4313	1.4199	0.1916	0.1871	23.56	23.02
Isopropylbromid	C_3H_7Br	B	123	1.3097	1.4223	1.4108	0.1941	0.1895	23.88	23.31
Propyljodid	C_3H_7J	B	170	1.7427	1.5008	1.4823	0.1690	0.1637	28.73	27.83
Isopropyljodid	C_3H_7J	B	170	1.7033	1.4952	1.4757	0.1713	0.1655	29.12	28.14
Dichloressigester ...	$C_4H_6O_2Cl_2$	B	157	1.2821	1.4362	1.4262	0.2040	0.1999	32.03	31.39
Trichloressigester ...	$C_4H_5O_2Cl_3$	B	191.5	1.3826	1.4480	1.4373	0.1936	0.1896	37.08	36.31
Butylchloral	$C_4H_5OCl_3$	B	175.5	1.3956	1.4726	1.4611	0.2009	0.1967	35.25	34.51
Butyrylchlorid	C_4H_7OCl	B	106.5	1.0277	1.4097	1.3998	0.2409	0.2358	25.66	25.11
Isobutyrylchlorid ...	C_4H_7OCl	B	106.5	1.0174	1.4055	1.3956	0.2412	0.2360	25.68	25.13
Butyljodid norm. ...	C_4H_9J	B	184	1.6166	1.4960	1.4786	0.1807	0.1753	33.25	32.26
Isobutyljodid	C_4H_9J	B	184	1.6056	1.4919	1.4748	0.1807	0.1753	33.24	32.25
Aethyldichlorpropion.	$C_5H_8O_2Cl_2$	B	171	1.2461	1.4455	1.4354	0.2138	0.2096	36.56	35.84
Aethylchlorbutyrat ..	$C_6H_{11}O_2Cl$	B	150.5	1.0517	1.4223	1.4130	0.2418	0.2371	36.39	35.68
II.										
Acrolein	C_3H_4O	B	56	0.8410	1.3962	1.3801	0.2858	0.2755	16.01	15.43
Allylalkohol	C_3H_6O	B	58	0.8540	1.4105	1.3988	0.2904	0.2831	16.85	16.42
Allylchlorid	C_3H_5Cl	B	76.5	0.9379	1.4125	1.4001	0.2656	0.2585	20.32	19.78
Allylacetat	$C_5H_8O_2$	B	100	0.9276	1.4021	1.3915	0.2626	0.2564	26.26	25.64
Allylaethylaether ...	$C_5H_{10}O$	B	86	0.7651	1.3857	1.3755	0.3068	0.2996	26.39	25.76
Methacrylsäure	$C_4H_6O_2$	B	86	1.0153	1.4282	1.4140	0.2535	0.2461	21.80	21.17
Amylen	C_5H_{10}	B	70	0.6476	1.3733	1.3635	0.3520	0.3437	24.64	24.06
III.										
Valerylen	C_5H_8	B	68	0.6786	1.3976	1.3857	0.3554	0.3459	24.16	23.52
Diallyl	C_6H_{10}	B	82	0.6880	1.3981	1.3859	0.3509	0.3413	28.77	27.99
IV.										
Benzol	C_6H_6	B	78	0.8799	1.4967	1.4756	0.3324	0.3203	25.93	24.99
Phenol	C_6H_6O	L	94	1.0702	1.5445	1.5204	0.2952	0.2842	27.75	26.72
Toluol	C_7H_8	B	92	0.8656	1.4911	1.4710	0.3347	0.3229	30.79	29.71
Benzylalkohol	C_7H_8O	B	108	1.0429	1.5347	1.5133	0.2984	0.2883	32.23	31.14
Bittermandelöl	C_7H_6O	L	106	1.0455	1.5391	1.5094	0.2997	0.2858	31.77	30.29
Salicylige Säure	$C_7H_6O_2$	L	122	1.1671	1.5647	1.5217	0.2790	0.2612	34.03	31.87
Methylsalicylsäure ..	$C_8H_8O_3$	L	152	1.1801	1.5302	1.5015	0.2618	0.2499	39.80	37.98
Benzoes. Methyl ...	$C_8H_8O_2$	L	136	1.0862	1.5116	1.4896	0.2761	0.2660	37.55	36.17
Benzoes. Aethyl ...	$C_9H_{10}O_2$	L	150	1.0473	1.5010	1.4805	0.2813	0.2715	42.20	40.72
Mesitylen	C_9H_{12}	B	120	0.8558	1.4870	1.4689	0.3361	0.3254	40.33	39.05
Phenylpropylalkohol.	$C_9H_{12}O$	B	136	1.0079	1.5310	1.5098	0.3070	0.2966	41.75	40.34
Hydrozimmts. Aethyl	$C_{11}H_{14}O_2$	B	178	1.0147	1.4915	1.4750	0.2857	0.2775	50.85	49.39

Was die Genauigkeit der obigen Zahlen für die specifische und moleculare Brechung betrifft, so ist dieselbe nur in sehr geringem Grade von den bei der Bestimmung der Brechungsindices und Dichte vorkommenden Fehlern abhängig, da diese Grössen auf vier Decimalen sicher sind; weit erheblicher ist dagegen der Einfluss, welcher von

der verschiedenen Reinheit der Präparate herrührt. In der Tabelle finden sich folgende 3 Substanzen, welche sowohl von Hrn. Bruehl wie von mir untersucht worden sind und aus deren Vergleichung sich die auftretenden Beobachtungsfehler beurtheilen lassen:

		Beob-achter	Specif. Brechung n_α	Specif. Brechung A	Mol. Refract. $\mathfrak{M}_\alpha$	Mol. Refract. $\mathfrak{M}_A$
1.	Buttersäure P = 88	B	0.2505	0.2456	22.05	21.61
		L	0.2502	0.2454	22.01	21.60
		Diff.	0.0003	0.0002	0.04	0.01
2.	Isopropylalkohol P = 60	B	0.2907	0.2853	17.44	17.12
		L	0.2880	0.2828	17.28	16.97
		Diff.	0.0027	0.0025	0.16	0.15
3.	Amylalkohol P = 88	B	0.3025	0.2969	26.62	26.13
		L	0.3022	0.2965	26.59	26.09
		Diff.	0.0003	0.0004	0.03	0.04

Beim ersten und dritten Körper sind die Differenzen sehr gering; beim Isopropylalkohol findet ein grösserer Unterschied statt, und zwar rührt dieser davon her, dass das von mir untersuchte Präparat, wie aus der mitgetheilten Analyse desselben[1] hervorgeht, nicht vollständig rein war.

In einer früheren Abhandlung[2] habe ich ferner die Unterschiede bestimmt, welche in der Grösse $P\frac{n-1}{d}$ bei verschiedenen Präparaten auftreten können, und wende nachstehend die betreffenden Beobachtungen auch in Bezug auf die Lorenz'sche Formel an:

		Präp. No.	Beob-achter	d	n_α	$\frac{n^2-1}{(n^2+2)\,d}$	$\mathfrak{M}_\alpha$
4.	Essigsäure P = 60	I.	L	1.0525	1.3709	0.2154	12.92
		II.	L	1.0567	1.3718	0.2150	12.90
		III.	L	1.0516	1.3701	0.2152	12.91
		IV.	L	1.0514	1.3699	0.2151	12.91
		V.	Sauber[3]	1.0620	1.3738	0.2149	12.89
				Grösste	Differenz:	0.0005	0.03
5.	Butters. Methyl. P = 102	I.	L	0.8964	1.3842	0.2610	26.62
		II.	L	0.8969	1.3854	0.2615	26.68
		III.	L	0.8970	1.3862	0.2620	26.72
		IV.	L	0.8976	1.3869	0.2623	26.75
				Grösste	Differenz:	0.0013	0.13

---

[1] Pogg. Ann. *122.* 549.
[2] Pogg. Ann. *123.* 601.
[3] Pogg. Ann. *117.* 577.

Der grösste Unterschied, welcher zwischen verschiedenen Beobachtern und Präparaten auftritt, beträgt nach den beim Isopropylalkohol (Beisp. 2) erhaltenen Zahlen 0.0027 in der specifischen Brechung. Was die Abweichungen in der molecularen Brechung betrifft, so vermehren sich diese proportional dem Moleculargewicht. Hält man den obigen Maximalwerth 0.0027 fest, welcher, da die specifische Brechung fast aller Körper zwischen den Grenzen 0.2 und 0.3 liegt, sich weiter nicht wesentlich ändern kann, so resultirt als höchste zulässige Differenz in der Molecularrefraction $\mathfrak{M}_\alpha$ und $\mathfrak{M}_A$

der Werth 0.14—0.27 wenn das Mol.-Gew. des Körpers zwischen 50 u. 100 liegt,
» » 0.27—0.41 » » » » » » » 100 u. 150 »
» » 0.41—0.54 » » » » » » » 150 u. 200 »

Im Falle somit zwei Körper Molecularrefractionen zeigen, welche um nicht mehr als diese Beträge von einander abweichen, so können sie noch als übereinstimmend angesehen werden. Treten dagegen grössere Differenzen auf, so müssen andere Ursachen als Beobachtungsfehler vorliegen.

Endlich ist zu bemerken, dass die Werthe, welche die n^2-Formel giebt, stets um ungefähr $^1/_3$ kleiner sind als die von der n-Formel gelieferten. Es müssen daher auch die Differenzen zwischen den Molecularrefractionen verschiedener Körper geringer ausfallen.

Die in Tab. VI angeführten molecularen Brechungen sollen nun benutzt werden, um ihre Beziehungen zu der chemischen Zusammensetzung der Körper abzuleiten, und zwar befolge ich hierbei ganz denselben Weg, wie er in Abschnitt II hinsichtlich der Formel $P\frac{n-1}{d}$ innegehalten wurde.

I. Das Verhalten isomerer und metamerer Substanzen ergiebt sich aus folgenden Zusammenstellungen:

Tabelle VII.

		$\mathfrak{M}_\alpha$	$\mathfrak{M}_A$
Aceton	C_3H_6O	16.05	15.71
Propylaldehyd	C_3H_6O	15.93	15.61
Essigsaures Methyl	$C_3H_6O_2$	18.03	17.69
Ameisensaures Aethyl	$C_3H_6O_2$	17.93	17.59
Norm. Propylalkohol	C_3H_8O	17.42	17.09
Isopropylalkohol	C_3H_8O	17.44	17.12
Butylaldehyd	C_4H_8O	20.52	20.11
Isobutylaldehyd	C_4H_8O	20.56	20.15

Tabelle VII. (Fortsetzung.)

		$\mathfrak{M}_\alpha$	$\mathfrak{M}_A$
Norm. Buttersäure....	$C_4 H_8 O_2$	22.05	21.61
Isobuttersäure		22.03	21.61
Essigsaures Aethyl ...		22.14	21.72
Norm. Butylalkohol ..	$C_4 H_{10} O$	22.01	21.60
Isobutylalkohol		21.96	21.55
Trimethylcarbinol		22.09	21.68
Aethylaether		22.31	21.89
Valeriansäure	$C_5 H_{10} O_2$	26.72	26.21
Buttersaures Methyl ..		26.79	26.29
Essigsaures Propyl ...		26.83	26.32
Amylalkohol.........	$C_5 H_{12} O$	26.62	26.13
Propylaethylaether ...		26.79	26.28
Capronsäure	$C_6 H_{12} O_2$	31.22	30.62
Valeriansaures Methyl.		31.46	30.85
Buttersaures Aethyl ..		31.20	30.63
Ameisensaures Amyl..		31.66	31.06
Oenanthsäure	$C_7 H_{14} O_2$	35.85	35.17
Valeriansaures Aethyl.		35.98	35.31
Aethylenchlorid......	$C_2 H_4 Cl_2$	20.92	20.49
Aethylidenchlorid		21.08	20.64
Propylbromid........	$C_3 H_7 Br$	23.56	23.02
Isopropylbromid		23.88	23.31
Propyljodid	$C_3 H_7 J$	28.73	27.83
Isopropyljodid		29.12	28.14
Butyrylchlorid	$C_4 H_7 O Cl$	25.66	25.12
Isobutyrylchlorid.....		25.68	25.13
Butyljodid	$C_4 H_9 J$	33.25	32.26
Isobutyljodid		33.24	32.25

In die Tabelle sind nur Substanzen aufgenommen, deren C Atome durch je eine Valenz vereinigt sind, und welche auch die O Atome in analoger Weise an den Kohlenstoff gebunden enthalten. Bei isomeren und metameren Körpern dieser Art zeigt sich also wie bei Anwendung der Formel $\frac{n-1}{d}$, dass die Molecularrefractionen stets sehr nahe übereinstimmend sind; die Differenzen gehen nirgends über die früher festgesetzten Beobachtungsfehler hinaus.

Vergleicht man dagegen isomere Körper von verschiedener Constitution, so treten sofort erhebliche Unterschiede hervor. Z. B.:

		$\mathfrak{M}_\alpha$	$\mathfrak{M}_A$
C_3H_6O			
Allylalkohol	$CH_2=CH-CH_2O'H$	16.85	16.42
Propylaldehyd	CH_3-CH_2-CHO''	15.93	15.61
	Diff.	0.92	0.81
$C_5H_{10}O$			
Allylaethylaether	$CH_2=CH-CH_2-O'-CH_2-CH_3$	26.39	25.76
Valeral	$CH(CH_3)_2-CH_2-CHO''$	25.31	24.80
	Diff.	1.08	0.96

II. Gleichen Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung entsprechen, wie aus den folgenden Tabellen hervorgeht, auch bei der n^2-Formel constante Differenzen in der Molecularrefraction. Man kann daher auf die nämliche Weise wie es im zweiten Abschnitte geschehen ist, die Atomrefractionen $\mathfrak{r}$ der Elemente C, H und O bestimmen. Der Weg ist wieder folgender:

1. Für das Increment CH_2 ergeben sich aus den homologen Reihen der einwerthigen Alkohole, Säuren und der Ester die in Tab. VIII. enthaltenen Werthe. (Die bei den Estern auftretenden grössern Schwankungen sind auf nicht ganz vollkommene Reinheit der Präparate zurückzuführen.)

Tabelle VIII.

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff.	$\mathfrak{M}_A$	Diff.
I. Alkohole.					
Methylalkohol	CH_4O	8.16		8.01	
Aethylalkohol	C_2H_6O	12.71	4.55	12.47	4.46
Propylalkohol (Iso-)	C_3H_8O	17.28	4.57	16.97	4.50
Butylalkohol (Iso-)	$C_4H_{10}O$	21.96	4.68	21.55	4.58
Amylalkohol	$C_5H_{12}O$	26.59	4.63	26.09	4.54
		Mittel:	4.61		4.52
II. Aldehyde.					
Acetaldehyd	C_2H_4O	11.50		11.27	
Propylaldehyd	C_3H_6O	15.93	4.43	15.61	4.34
Butylaldehyd (Iso-)	C_4H_8O	20.56	4.63	20.15	4.54
Valeral	$C_5H_{10}O$	25.31	4.75	24.80	4.65
Oenanthol	$C_7H_{14}O$	34.20	2. 4.45	33.56	2. 4.38
		Mittel:	4.57		4.48
III. Säuren.					
Ameisensäure	CH_2O_2	8.52		8.34	
Essigsäure	$C_2H_4O_2$	12.93	4.41	12.67	4.33
Propionsäure	$C_3H_6O_2$	17.42	4.49	17.09	4.42
Buttersäure	$C_4H_8O_2$	22.01	4.59	21.60	4.51
Valeriansäure (Iso-)	$C_5H_{10}O_2$	26.72	4.71	26.21	4.61
Capronsäure (Iso-)	$C_6H_{12}O_2$	31.22	4.50	30.62	4.41
Oenanthsäure	$C_7H_{14}O_2$	35.85	4.63	35.17	4.55
		Mittel:	4.56		4.47

Tabelle VIII. (Fortsetzung.)

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff.	$\mathfrak{M}_A$	Diff.
IV. Ester.					
Essigsaures Aethyl	$C_4H_8O_2$	22.14	4.11	21.72	4.03
» Methyl	$C_3H_6O_2$	18.03		17.69	
Essigsaures Propyl	$C_5H_{10}O_2$	26.83	4.69	26.32	4.60
» Aethyl	$C_4H_8O_2$	22.14		21.72	
Buttersaures Aethyl	$C_6H_{12}O_2$	31.20	4.41	30.63	4.34
» Methyl	$C_5H_{10}O_2$	26.79		26.29	
Valeriansaures Aethyl ...	$C_7H_{14}O_2$	35.98	4.52	35.31	4.53
» Methyl ...	$C_6H_{12}O_2$	31.46		30.78	
Essigsaures Aethyl	$C_4H_8O_2$	22.14	4.21	21.72	4.13
Ameisensaures »	$C_3H_6O_2$	17.93		17.59	
Valeriansaures Methyl ...	$C_6H_{12}O_2$	31.46	4.67	30.85	4.56
Buttersaures » ...	$C_5H_{10}O_2$	26.79		26.29	
Valeriansaures Aethyl ...	$C_7H_{14}O_2$	35.98	4.78	35.31	4.68
Buttersaures » ...	$C_6H_{12}O_2$	31.20		30.63	
		Mittel:	4.48		4.41
	Generalmittel	für CH_2:	4.56		4.47

Als Mittel aller Bestimmungen resultirt

für CH_2: $\mathfrak{M}_\alpha = 4.56$ $\mathfrak{M}_A = 4.47$.

2. Bei der Ableitung der Atomrefraction des Sauerstoffs treten zwei verschiedene Werthe auf, je nach der Art der Bindung desselben.

Die Atomrefraction des mit seinen zwei Valenzen an ein Atom C gebundenen Sauerstoffs (O'') lässt sich aus der Molecularrefraction der Aldehyde und Ketone $(CH_2)_n O''$ durch Abzug der nach 1. bestimmten Werthe für $(CH_2)_n$ erhalten. Tab. IX.

Tabelle IX.

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff.	$\mathfrak{M}_A$	Diff.
Acetaldehyd	C_2H_4O''	11.50	2.38	11.27	2.33
	$(CH_2)_2$	9.12		8.94	
Propylaldehyd	C_3H_6O''	15.93	2.25	15.61	2.21
	$(CH_2)_3$	13.68		13.41	
Aceton	C_3H_6O''	16.05	2.37	15.71	2.30
	$(CH_2)_3$	13.68		13.41	
Butylaldehyd	C_4H_8O''	20.52	2.28	20.11	2.23
	$(CH_2)_4$	18.24		17.88	
Isobutylaldehyd	C_4H_8O''	20.56	2.32	20.15	2.27
	$(CH_2)_4$	18.24		17.88	
Valeral	$C_5H_{10}O''$	25.31	2.51	24.80	2.45
	$(CH_2)_5$	22.80		22.35	
Oenanthol	$C_7H_{14}O''$	34 20	2.28	33.56	2.27
	$(CH_2)_7$	31.92		31.29	
		Mittel: O''_α =	2.34	O''_A =	2.29

Es ist demnach für

O'': $\quad r_\alpha = 2.34 \quad r_A = 2.29.$

Die Atomrefraction des mit einer Valenz an Kohlenstoff gebundenen Sauerstoffs O' (Hydroxylsauerstoff) ergiebt sich: a) durch Vergleichung der Säuren $C_nH_{2n}O''O'$ mit den Aldehyden $C_nH_{2n}O''$; — b) aus den Säuren $(CH_2)_n\,O''\,O'$ durch Abzug der berechneten Werthe für $(CH_2)_n + O''$; — c) aus den Estern $(CH_2)_n\,O''\,O'$ auf dieselbe Weise. Diese letztern Substanzen lassen indess wieder wegen ihrer leichten chemischen Veränderlichkeit eine weniger genaue Bestimmung zu. Tab. X.

Tabelle X.

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff.	$\mathfrak{M}_A$	Diff.
I. Säuren und Aldehyde.					
Essigsäure	$C_2H_4O''O'$	12.93	1.43	12.67	1.40
Aldehyd	C_2H_4O''	11.50		11.27	
Propionsäure	$C_3H_6O''O'$	17.42	1.49	17.09	1.48
Propylaldehyd	C_3H_6O''	15.93		15.61	
Buttersäure, norm.	$C_4H_8O''O'$	22.05	1.53	21.61	1.50
Butylaldehyd, norm.	C_4H_8O''	20.52		20.11	
Isobuttersäure	$C_4H_8O''O'$	22.03	1.47	21.61	1.46
Isobutylaldehyd	C_4H_8O''	20.56		20.15	
Valeriansäure	$C_5H_{10}O''O'$	26.72	1.41	26.21	1.41
Valeral	$C_5H_{10}O''$	25.31		24.80	
Oenanthsäure	$C_7H_{14}O''O'$	35.85	1.65	35.17	1.61
Oenanthol	$C_7H_{14}O''$	34.20		33.56	
Aethylenalkohol	$C_2H_6O'_2$	14.33	1.62	14.07	1.60
Aethylalkohol	C_2H_6O'	12.71		12.47	
		Mittel:	1.51	Mittel:	1.49
II. Säuren.					
Ameisensäure	$CH_2O''O'$	8.52	1.62	8.34	1.58
	$(CH_2)O''$	6.90		6.76	
Essigsäure	$C_2H_4O''O'$	12.93	1.47	12.67	1.44
	$(CH_2)_2O''$	11.46		11.23	
Propionsäure	$C_3H_6O''O'$	17.42	1.40	17.09	1.39
	$(CH_2)_3O''$	16.02		15.70	
Buttersäure, norm.	$C_4H_8O''O'$	22.01	1.43	21.60	1.43
	$(CH_2)_4O''$	20.58		20.17	
Valeriansäure. Iso-	$C_5H_{10}O''O'$	26.72	1.58	26.21	1.57
	$(CH_2)_5O''$	25.14		24.64	
Capronsäure, Iso-	$C_6H_{12}O''O'$	31.22	1.52	30.62	1.51
	$(CH_2)_6O''$	29.70		29.11	
Oenanthsäure	$C_7H_{14}O''O'$	35.85	1.59	35.17	1.59
	$(CH_2)_7O''$	34.26		33.58	
		Mittel:	1.52	Mittel:	1.50

Tabelle X. (Fortsetzung.)

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff.	$\mathfrak{M}_A$	Diff.
III. Ester.					
Ameisensaures Aethyl .	$C_3H_6O''O'$ $(CH_2)_3O''$	17.93 16.02	1.91	17.59 15.70	1.89
Essigsaures Aethyl ...	$C_4H_8O''O'$ $(CH_2)_4O''$	22.14 20.58	1.56	21.72 20.17	1.55
Buttersaures Methyl ..	$C_5H_{10}O''O'$ $(CH_2)_5O''$	26.79 25.14	1.65	26.29 24.64	1.65
Valeriansaures Methyl.	$C_6H_{12}O''O'$ $(CH_2)_6O''$	31.46 29.70	1.76	30.85 29.11	1.74
Buttersaures Aethyl ..	$C_6H_{12}O''O'$ $(CH_2)_6O''$	31.20 29.70	1.50	30.63 29.11	1.52
Valeriansaures Aethyl .	$C_7H_{14}O''O'$ $(CH_2)_7O''$	35.98 34.26	1.72	35.31 33.58	1.73
Valeriansaures Amyl ..	$C_{10}H_{20}O''O'$ $(CH_2)_{10}O''$	49.72 47.94	1.78	48.76 46.99	1.77
		Mittel:	1.70	Mittel:	1.69
		Generalmittel für O':	1.58		1.56

Somit ist für O': $\mathfrak{r}_\alpha = 1.58$ $\mathfrak{r}_A = 1.56$.

3. Die Atomrefraction des Wasserstoffs folgt aus der Molecularrefraction der Alkohole $C_nH_{2n+2}O'$ durch Abzug der Werthe für $(CH_2)_n + O'$.[1] Man findet zunächst für H_2 folgende Differenzen:

Tabelle XI.

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff.	$\mathfrak{M}_A$	Diff.
Methylalkohol	CH_4O' CH_2O'	8.16 6.14	2.02	8.01 6.03	1.98
Aethylalkohol	C_2H_6O' $(CH_2)_2O'$	12.71 10.70	2.01	12.47 10.50	1.97
Isopropylalkohol	C_3H_8O' $(CH_2)_3O'$	17.28 15.26	2.02	16.97 14.97	2.00
Isobutylalkohol	C_4H_8O' $(CH_2)_4O'$	21.96 19.82	2.14	21.55 19.44	2.11
Amylalkohol	$C_5H_{10}O'$ $(CH_2)_5O'$	26.59 24.38	2.21	26.09 23.91	2.18
		Mittel für H_2:	2.08		2.04

[1] Aus der Zusammenstellung der Alkohole mit den Aldehyden lässt sich wegen der ungleichen Bindung des Sauerstoffs die Atomrefraction des Wasserstoffs nicht ableiten.

Demnach hat man für 1 At. Wasserstoff:[1]

H: $\mathfrak{r}_\alpha = 1.04$ $\mathfrak{r}_A = 1.02$.

Mit den obigen ganz übereinstimmende Zahlen resultiren aus der Molecularrefraction des Wassers durch Abzug des Werthes für 1 At. O':

$H_2O - O = H_2$ Somit für H:

$\mathfrak{M}_\alpha$: $3.68 - 1.58 = 2.11$ $\mathfrak{r}_\alpha = 1.06$

$\mathfrak{M}_A$: $3.61 - 1.56 = 2.06$ $\mathfrak{r}_A = 1.03$

4. Die Atomrefraction des Kohlenstoffs ergiebt sich aus der Differenz der Werthe für CH_2 und H_2. Man findet:

C: $\mathfrak{r}_\alpha = 2.48$ $\mathfrak{r}_A = 2.43$.

5. Die Atomrefraction des Chlors kann aus folgenden Verbindungen durch Abzug der Werthe für die C, H und O Atome erhalten werden.

Tabelle XII.

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff. für 1 At Cl	$\mathfrak{M}_A$	Diff. für 1 At Cl
Propylchlorid	C_3H_7Cl C_3H_7	20.75 14.72	6.03	20.35 14.43	5.92
Propionylchlorid	$C_3H_5O''Cl$ C_3H_5O''	21.18 14.98	6.20	20.72 14.68	6.04
Butyrylchlorid	$C_4H_7O''Cl$ C_4H_7O''	25.66 19.54	6.12	25.11 19.15	5.96
Isobutyrylchlorid	$C_4H_7O''Cl$ C_4H_7O''	25.68 19.54	6.14	25.13 19.15	5.98
Aethylchlorbutyrat ...	$C_6H_{11}O'O''Cl$ $C_6H_{11}O'O''$	36.39 30.24	6.15	35.68 29.66	6.02
Aethylenchlorid	$C_2H_4Cl_2$ C_2H_4	20.92 9.12	5.90	20.49 8.94	5.78
Aethylidenchlorid.....	$C_2H_4Cl_2$ C_2H_4	21.08 9.12	5.98	20.64 8.94	5.85
Dichloressigester	$C_4H_6O'O''Cl_2$ $C_4H_6O'O''$	32.03 20.08	5.98	31.39 19.70	5.85

[1] Um eine gleichförmige Berechnungsweise mit den von mir früher bezüglich der Formel $\frac{n-1}{d}$ abgeleiteten Atomrefractionen des C und H inne zu halten, wurden in die Tab. XI. bloss die Alkohole aufgenommen, welche ich untersucht hatte. (Pogg. Ann. *122*. 545.) Zieht man die Beobachtungen von Bruehl, welche sich auf Norm. Propylalkohol, Isopropylalkohol, Norm. Butylalkohol, Trimethylcarbinol und Methylhexylcarbinol erstrecken, mit hinzu, so resultirt für H: $\mathfrak{r}_\alpha = 1.08$ und $\mathfrak{r}_A = 1.06$. Die Atomrefraction des Kohlenstoffs wird dann: $\mathfrak{r}_\alpha = 2.40$; $\mathfrak{r}_A = 2.35$.

Tabelle XII. (Fortsetzung.)

		$\mathfrak{M}_\alpha$	Diff. für 1 At Cl	$\mathfrak{M}_A$	Diff. für 1 At Cl
Aethyldichlorpropionat.	$C_5H_8O'O''Cl_2$	36.56	5.96	35.84	5.84
	$C_5H_8O'O''$	24.64		24.17	
Chloroform	$CHCl_3$	21.31	5.93	20.85	5.80
	CH	3.52		3.45	
Chloral	$C_2HO''Cl_3$	26.37	6.01	25.78	5.87
	C_2HO''	8.34		8.17	
Butylchloral	$C_4H_5O''Cl_3$	35.25	5.93	34.51	5.80
	C_4H_5O''	17.46		17.11	
Trichloressigester	$C_4H_5O'O''Cl_3$	37.08	6.01	36.31	5.88
	$C_4H_5O'O''$	19.04		18.68	
Kohlentetrachlorid	CCl_4	26.40	5.98	25.82	5.85
	C	2.48		2.43	
		Mittel:	6.02		5.89

Die sehr nahe übereinstimmenden Zahlen ergeben für

Cl: $r_\alpha = 6.02$ $r_\alpha = 5.89$.

III. Mit Hülfe der auf obige Weise festgestellten Atomrefractionen, nämlich:

	r_α	r_A
C:	2.48	2.43
H:	1.04	1.02
O':	1.58	1.56
O'':	2.34	2.29
Cl:	6.02	5.89

lässt sich die Molecularrefraction jeder gesättigten Kohlenstoffverbindung durch Summirung der Refractionswerthe ihrer Atome berechnen. Der Grad der Uebereinstimmung zwischen den so erhaltenen Zahlen ($\mathfrak{R}_\alpha$ $\mathfrak{R}_A$) mit den beobachteten ($\mathfrak{M}_\alpha$ $\mathfrak{M}_A$) ist aus Tab. XIII. ersichtlich.

Tabelle XIII.

		$\mathfrak{M}_\alpha$ (Beob.)	$\mathfrak{R}_\alpha$ (Rech.)	Diff.	$\mathfrak{M}_A$ (Beob.)	$\mathfrak{R}_A$ (Rech.)	Diff.
Wasser	$H_2 O'$	3.69	3.66	— 0.03	3.62	3.61	— 0.01
Methyl-Alkohol	$C H_4 O'$	8.16	8.22	+ 0.06	8.01	8.08	+ 0.07
Aethyl- »	$C_2 H_6 O'$	12.71	12.78	+ 0.07	12.47	12.55	+ 0.08
Propyl- » Norm.	$C_3 H_8 O'$	17.42	17.34	— 0.08	17.09	17.02	— 0.07
Propyl- » Iso-		17.44	17.34	— 0.10	17.12	17.02	— 0.10
Butyl- » Norm.	$C_4 H_{10} O'$	22.01	21.90	— 0.11	21.60	21.49	— 0.11
Butyl- » Iso-		21.96	21.90	— 0.06	21.55	21.49	— 0.06
Amyl- »	$C_5 H_{12} O'$	26.61	26.46	— 0.15	26.11	25.96	— 0.15
Acetaldehyd	$C_2 H_4 O''$	11.50	11.46	— 0.04	11.27	11.23	— 0.04
Propylaldehyd	$C_3 H_6 O''$	15.93	16.02	+ 0.09	15.61	15.70	+ 0.09
Butylaldehyd	$C_4 H_8 O''$	20.52	20.58	+ 0.06	20.11	20.17	+ 0.06
Isobutylaldehyd	$C_4 H_8 O''$	20.56	20.58	+ 0.02	20.15	20.17	+ 0.02
Valeral	$C_5 H_{10} O''$	25.31	25.14	— 0.17	24.80	24.64	— 0.16
Oenanthol	$C_7 H_{14} O''$	34.20	34.26	+ 0.06	33.56	33.58	+ 0.02
Ameisensäure	$C H_2 O'' O'$	8.52	8.48	— 0.04	8.34	8.33	— 0.01
Essigsäure	$C_2 H_4 O'' O'$	12.93	13.04	+ 0.11	12.67	12.80	+ 0.13
Propionsäure	$C_3 H_6 O'' O'$	17.42	17.60	+ 0.18	17.09	17.27	+ 0.18
Buttersäure	$C_4 H_8 O'' O'$	22.03	22.16	+ 0.13	21.61	21.74	+ 0.13
Valeriansäure	$C_5 H_{10} O'' O'$	26.72	26.72	0.00	26.21	26.21	0.00
Capronsäure	$C_6 H_{12} O'' O'$	31.22	31.28	+ 0.06	30.62	30.68	+ 0.06
Oenanthsäure	$C_7 H_{14} O'' O'$	35.85	35.84	— 0.01	35.17	35.15	— 0.02
Essigsaures Aethyl	$C_4 H_8 O'' O'$	22.14	22.16	+ 0.02	21.72	21.74	+ 0.02
Buttersaures Methyl	$C_5 H_{10} O'' O'$	26.79	26.72	— 0.07	26.29	26.21	— 0.08
Buttersaures Aethyl	$C_6 H_{12} O'' O'$	31.20	31.28	+ 0.08	30.63	30.68	+ 0.05
Valeriansaures Aethyl	$C_7 H_{14} O'' O'$	35.98	35.84	— 0.14	35.31	35.15	— 0.16
Aethylenalkohol	$C_2 H_6 O'_2$	14.33	14.36	+ 0.03	14.07	14.12	+ 0.05
Aceton	$C_3 H_6 O''$	16.05	16.02	— 0.03	15.71	15.70	— 0.01
Milchsäure	$C_3 H_4 O'' O'_2$	19.09	19.18	+ 0.09	18.73	18.84	+ 0.11
Methylal	$C_3 H_8 O'_2$	19.10	18.92	— 0.18	18.75	18.59	— 0.16
Glycerin	$C_3 H_8 O'_3$	20.41	20.50	+ 0.09	20.06	20.16	+ 0.10
Essigsäure Anhydrid	$C_4 H_6 O''_2 O'$	22.27	22.42	+ 0.15	21.83	21.99	— 0.16
Kohlensaures Aethyl	$C_5 H_{10} O'' O'_2$	28.22	28.30	+ 0.08	27.72	27.78	+ 0.06
Oxalsaures Aethyl	$C_6 H_{10} O''_2 O'_2$	33.39	33.12	— 0.27	32.74	32.50	— 0.24
Hexan	$C_6 H_{14}$	29.70	29.44	— 0.26	29.14	28.86	— 0.28
Acetal	$C_6 H_{14} O'_2$	32.88	32.60	— 0.28	32.27	32.00	— 0.27
Methylhexylketon	$C_8 H_{16} O''$	39.07	38.82	— 0.25	38.30	38.05	— 0.25
Kohlentetrachlorid	$C Cl_4$	26.40	26.56	+ 0.16	25.82	25.99	— 0.17
Chloroform	$C H Cl_3$	21.31	21.58	+ 0.27	20.85	21.12	+ 0.27
Chloral	$C_2 H O'' Cl_3$	26.37	26.40	+ 0.03	25.78	25.84	+ 0.06
Aethylenchlorid	$C_2 H_4 Cl_2$	20.92	21.16	+ 0.24	20.49	20.72	+ 0.23
Aethylidenchlorid	$C_2 H_4 Cl_2$	21.08	21.16	+ 0.08	20.64	20.72	+ 0.08
Propionylchlorid	$C_3 H_5 O'' Cl$	21.18	21.00	— 0.18	20.72	20.57	— 0.15
Propylchlorid	$C_3 H_7 Cl$	20.75	20.74	— 0.01	20.35	20.32	— 0.03
Dichloressigester	$C_4 H_6 O'' O' Cl_2$	32.03	32.12	+ 0.09	31.39	31.48	+ 0.09
Trichloressigester	$C_4 H_5 O'' O' Cl_3$	37.08	37.10	+ 0.02	36.31	36.35	+ 0.04
Butyrylchlorid	$C_4 H_7 O'' Cl$	25.66	25.56	— 0.10	25.11	25.04	— 0.07
Aethyldichlorpropionat	$C_5 H_8 O'' O' Cl$	36.56	36.68	+ 0.12	35.84	35.95	+ 0.11
Aethylchlorbutyrat	$C_6 H_{11} O'' O' Cl$	36.39	36.26	— 0.13	35.68	35.55	— 0.13

IV. Ferner war die Hauptfrage zu entscheiden, ob sich bei Anwendung der neuen Constanten auf Körper mit sog. doppelten Kohlenstoffbindungen dieselben Verhältnisse herausstellen, wie sie Hr. BRUEHL mit Zugrundelegung der alten Formel aufgefunden hat. Wie in Abschnitt II. IV. erwähnt, ist von diesem Forscher nachgewiesen worden, dass bei ungesättigten Substanzen die beobachtete Molecularrefraction stets höher liegt als die berechnete, und dass diese Differenz proportional ist der Anzahl vorhandener Doppelbindungen zwischen den Kohlenstoffatomen. Es kommt also hierbei die rationelle chemische Formel der Körper in Betracht.

Zur Prüfung dieses Verhaltens sind in der nachfolgenden Tabelle XIV. im Wesentlichen dieselben Substanzen benutzt worden, welche Hr. BRUEHL in seiner Abhandlung (LIEBIG's Annal. Bd. 200 S. 211 und 213 angeführt hat.

Tabelle XIV.

		$\mathfrak{M}_\alpha$ (Beob.)	$\mathfrak{R}_\alpha$ (Rech.)	Diff.	$\mathfrak{M}_A$ (Beob.)	$\mathfrak{R}_A$ (Rech.)	Diff.
Körper mit einer Kohlenstoffdoppelbindung.							
Acrolein	$C_3 H_4 O''$	16.01	13.94	2.07	15.43	13.66	1.77
Allylalkohol	$C_3 H_6 O'$	16.85	15.26	1.59	16.42	14.98	1.44
Allylchorid	$C_3 H_5 Cl$	20.32	18.66	1.66	19.78	18.28	1.50
Allylacetat	$C_5 H_8 O'' O'$	26.26	24.64	1.62	25.64	24.17	1.47
Allylaethylaether	$C_5 H_{10} O'$	26.39	24.38	2.01	25.76	23.92	1.84
Methacrylsäure	$C_4 H_6 O'' O'$	21.80	20.08	1.72	21.17	19.70	1.47
Amylen	$C_5 H_{10}$	24.64	22.80	1.84	24.06	22.35	1.71
			Mittel:	1.79		Mittel:	1.60
Körper mit zwei Kohlenstoffdoppelbindungen.							
Valerylen	$C_5 H_8$	24.16	20.72	3.44	23.52	20.31	3.21
Diallyl	$C_6 H_{10}$	28.77	25.28	3.49	27.99	24.78	3.21
			Mittel:	3.47		Mittel:	3.21
Körper mit drei Kohlenstoffdoppelbindungen.							
Benzol	$C_6 H_6$	25.93	21.12	4.81	24.99	20.70	4.29
Phenol	$C_6 H_6 O'$	27.75	22.70	5.05	26.72	22.27	4.45
Toluol	$C_7 H_8$	30.79	25.68	5.11	29.71	25.17	4.54
Benzylalkohol	$C_7 H_8 O'$	32.23	27.26	4.97	31.14	26.74	4.40
Bittermandelöl	$C_7 H_6 O''$	31.77	25.94	5.83	30.29	25.42	4.87
Salicylige Säure	$C_7 H_6 O'' O'$	34.03	27.52	6.51	31.87	26.99	4.88
Methylsalicylsäure	$C_8 H_8 O'' O'_2$	39.80	33.66	6.14	37.98	33.03	4.95
Benzoesaures Methyl	$C_8 H_8 O'' O'$	37.55	32.08	5.47	36.17	31.46	4.71
Benzoesaures Aethyl	$C_9 H_{10} O'' O'$	42.20	36.64	5.56	40.72	35.93	4.79
Mesitylen	$C_9 H_{12}$	40.33	34.80	5.53	39.05	34.11	4.94
Phenylpropylalkohol	$C_9 H_{12} O'$	41.75	36.38	5.37	40.34	35.68	4.66
Hydrozimmts. Aethyl	$C_{11} H_{14} O'' O'$	50.85	45.76	5.09	49.39	44.87	4.52
			Mittel:	5.45		Mittel:	4.67

Aus der Tabelle ergiebt sich in der That, dass wieder die beobachteten Molecularrefractionen ($\mathfrak{M}$) stets grösser sind als die berechneten ($\mathfrak{R}$), und dass die Differenzen im Zusammenhange stehen mit der Anzahl der vorhandenen Kohlenstoffdoppelbindungen. Bei Körpern ein und derselben Gruppe sind die Unterschiede immer sehr übereinstimmend, und es ist dieses namentlich der Fall, wenn man die von der Dispersion befreiten Werthe ($\mathfrak{M}_A$ $\mathfrak{R}_A$) in Betracht zieht. Werden die bei jeder Gruppe erhaltenen Mittel zusammengestellt und die Differenz berechnet, welche je einer Kohlenstoffdoppelbindung entspricht, so resultiren folgende Zahlen:

Anzahl der C-Doppelbindungen	$\mathfrak{M}_\alpha - \mathfrak{R}_\alpha$	$\mathfrak{M}_A - \mathfrak{R}_A$
1	1.79	1.60
2	3.47 = 2 · 1.735	3.21 = 2 · 1.605
3	5.45 = 3 · 1.817	4.67 = 3 · 1.557
	Mittel: 1.78	Mittel: 1.59

Für je eine doppelte Bindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen vermehrt sich somit die mittelst der Atomrefractionen aus der chemischen Formel der Substanz berechnete Molecularrefraction um die Werthe:

1.78 für $\mathfrak{R}$, 1.59 für $\mathfrak{R}_A$.

Oder es beträgt die Atomrefraction eines Kohlenstoffatoms (C''), welches mit einem andern durch sogenannte zweifache Bindung vereinigt ist:

$$C'' \begin{cases} r_\alpha = 2.48 + \dfrac{1.78}{2} = 3.37 \\ r_A = 2.43 + \dfrac{1.59}{2} = 3.225 \end{cases}$$

Ist die durch die chemische Constitutionsformel der Substanz angezeigte Zahl der doppelten C-bindungen richtig, so muss Uebereinstimmung mit der durch die Beobachtung gefundenen Molecularrefraction eintreten.

Die von Hrn. Brühl aufgefundenen Verhältnisse der Atomrefraction des Kohlenstoffs haben hierdurch eine vollkommene Bestätigung erhalten.

V. Die im Abschnitt II. v. erwähnte Erscheinung, dass Sauerstoff und Kohlenstoff eine wechselnde Atomrefraction haben, während die der einwerthigen Elemente constant bleibt, zeigt sich dem Vorhergehenden gemäss auch bei der Lorenz'schen Formel.

VI. Der Brechungsexponent n einer Substanz lässt sich aus ihrer berechneten Molecularrefraction $\mathfrak{R}$ ebenso wie in Abschnitt II. vi.

ableiten. Man hat, wenn P das Moleculargewicht und d die beobachtete Dichte bezeichnet:

$$n = \sqrt{\frac{P + 2\,\mathfrak{R}d}{P - \mathfrak{R}d}}.$$

Das Resultat der vielen Rechnungen ist also, dass die theoretische Formel $\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2)\,d}$ zu ganz den nämlichen Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Lichtbrechung führt, wie der empirische Ausdruck $\frac{n - 1}{d}$. Dieses Ergebniss liess sich nicht bestimmt voraussehen, und es würde, wenn dasselbe nicht eingetreten wäre, die Bedeutung der von Hrn. BRUEHL und mir aufgestellten Regeln in sehr bedeutender Weise geschwächt worden sein. Diese haben aber jetzt durch die nachgewiesene Uebereinstimmung eine erhöhte Sicherheit gewonnen, und man ist nunmehr im Stande, die betreffenden optisch-chemischen Rechnungen auf zwei Arten auszuführen, welche sich controliren. Somit ist die vorliegende Arbeit nicht ohne Nutzen geblieben.

Zum Schlusse lasse ich noch eine Zusammenstellung der auf den beiden Formeln basirenden Atomrefractionen, soweit sie bis jetzt bestimmt sind, folgen:

	$\frac{n-1}{d}$		$\frac{n^2-1}{(n^2+2)\,d}$	
	r_α	r_A	r_α	r_A
Einfach gebundener Kohlenstoff . . C	5.0	4.86	2.48	2.43
Wasserstoff . . . . H	1.3	1.29	1.04	1.02
Einfach gebundener Sauerstoff. . . . O′	2.8	2.71	1.58	1.56
Doppelt gebundener Sauerstoff. . . . O″	3.4	3.29	2.34	2.29
Chlor. Cl	9.8	9.53	6.02	5.89
Erhöhung für je eine doppelte Kohlenstoffbindung.	2.4	2.00	1.78	1.59

Die Bildung der Coalition des Jahres 1756 gegen Preussen.

Von MAX DUNCKER.

(Vorgetragen am 26. Januar. [S. oben S. 18.])

Es sind heut fünfundneunzig Jahre, dass der Minister Graf HERTZBERG, Curator und Mitglied unserer Akademie, hier an dieser Stelle, am ersten Friedrichstage nach dem Tode des grossen Königs, die Thaten dieser ruhmreichen Regierung in gedrängtem Ueberblick ins Gedächtniss rief. Zu den schwersten Tagen FRIEDRICH's, zur Entschlussfassung des Jahres 1756 gelangt, sagte der Minister: »Auf geheime und wahrscheinliche Nachrichten gestützt, glaubte der König im Juni dieses Jahres, dass der Moment gekommen sei, in dem die Höfe von Wien, Petersburg und Dresden den Plan, welchen sie vereinbart, auszuführen und ihn zu Anfang des Jahres 1757 anzugreifen gedächten. Es steht fest, dass diese Pläne bestanden; aber da sie nur eventuelle waren und der Bedingung unterlagen, dass der König Veranlassung zu einem Kriege gäbe, wird es stets problematisch bleiben, ob diese Pläne jemals ausgeführt worden sein würden, und ob die grössere Gefahr die gewesen ist, ihre Verwirklichung zu erwarten, oder derselben zuvorzukommen.«

Das Urtheil des Mannes, der den Dingen so nahe gestanden hat, aus dessen Feder die Staatsschrift hervorgegangen ist, die die Waffenerhebung des Königs rechtfertigte, der seit dem Jahre 1763 neben dem Grafen FINKENSTEIN Leiter des auswärtigen Departements war, fällt schwer in die Wagschale. Dennoch sind wir heut in der Lage, seine Auffassung widerlegen zu können. Vollständiger als die Fragmente der gegnerischen Absichten, die dem Grafen HERTZBERG vorlagen, sind uns heute Beschlüsse und Maassnahmen der Gegner zugänglich. Wenn auch bei Weitem noch nicht vollständig, genügen die vorliegenden Urkunden, mit unumstösslicher Sicherheit festzustellen, dass die Entwürfe, welche Graf HERTZBERG als eventuelle und problematische bezeichnet, höchst concludenter, unwiderruflichster Art waren, dass der König schärfer und richtiger gesehen hat, als sein sonst so wohl unterrichteter Minister.

Diesen Beweis zu erbringen, folge ich dem Vorgange des Grafen Hertzberg in der Ueberschau der Voraussetzungen jener Krisis.

Der Versuch König Friedrich Wilhelm's I., seine Anrechte auf Jülich und Berg, auf Ostfriesland im Bunde mit Oesterreich, wenigstens für Berg, zur Geltung zu bringen, hatte mit der bittersten Enttäuschung geendet. Nach redlichster Erfüllung der Pflichten, die er gegen Oesterreich übernommen, sah sich Friedrich Wilhelm dem Einverständniss der vier Grossmächte, Oesterreich, Frankreich, Holland und England, gegenüber, ihm die Erbfolge in Jülich und Berg zu untersagen. Oesterreich wollte keinen Zuwachs Preussens und kein protestantisches Regiment am Rhein, Frankreich keine stärkere Macht am Niederrhein, die ihm hier den Uebergang verlegen konnte, England d. h. Kur-Braunschweig kein Uebergewicht Kur-Brandenburgs zwischen Elbe und Rhein, Holland keinen starken Nachbar und keine Handelsconcurrenz in Emden. Nicht unglücklich, aber doch erfolglos, endete der Anlauf, mit dem König Friedrich II. seine Regierung begann: den eben ausbrechenden maritimen Konflikt zwischen Spanien und England, welchem Frankreich unmöglich fern bleiben konnte, dahin zu verwerthen, ohne Oesterreich in den Besitz von Jülich und Berg zu gelangen. Friedrich bot seine Allianz gleichzeitig in London und Paris dem, der ihm zu Jülich und Berg hülfe. König Georg II. hielt sich der Allianz Oesterreichs und des deutschen Reiches so sicher, glaubte so sicher, dass Preussen sich dieser Gemeinschaft nicht zu entziehen vermöge, dass es ihm nicht in den Sinn kam, Preussen dafür einen unerwünschten Preis zu zahlen. Frankreich beharrte dabei, eine stärkere Machtbildung am Niederrhein nicht zuzulassen.

Ueberzeugt, gegen das Interesse Frankreichs und der Seemächte am Niederrhein nicht durchdringen zu können, wandte Friedrich, als Kaiser Karl VI. endete, den Blick nach Osten. Auch hier standen Preussen Erbansprüche zu Aber auch hier traf man auf mehr als Eine Macht, man traf auf Oesterreich und Russland.

Oesterreich und Russland waren durch gemeinsames Interesse gegen die Pforte, die, beiden noch ernsthaft gefährlich, von beiden gemeinsam bekriegt worden war, verbunden; gemeinsam hatten sie den Kurfürsten von Sachsen der Republik Polen zum Könige gegeben; ihr Interesse konnte auch zur Verhinderung einer stärkeren Machtbildung im Nordosten Deutschlands, die Russland den Weg nach Westen sperrte, zusammentreffen.

Diese Gemeinschaft schwächte der Tod der Kaiserin Anna, der wenige Tage nach dem Ableben Karl's VI. eintrat. Die Regierung Russlands ging in die Hand einer österreichisch gesinnten aber schwach basirten Regentschaft über. Gleichzeitig war England durch den

Seekrieg gegen Spanien in Anspruch genommen, Frankreich im Begriff, in diesen gezogen zu werden. Schwerlich kehrte ein Moment solcher Gunst wieder. Selbstständig ging Friedrich vor. Erst nach der Schlacht bei Mollwitz schloss er mit Frankreich (am 5. Juni 1741) nicht einen Offensiv- sondern einen Defensivtraktat auf 15 Jahre. Indem er in diesem auf den Erbanfall von Jülich und Berg verzichtete, übernahm Frankreich als Gegengewährung, ihn auch in den Erwerbungen zu schützen, die er in Schlesien machen werde.

Um die grosse Allianz, das alte System von 1689, welches im Pfälzer Kriege Ludwig XIV. zurückgeworfen, im spanischen Successionskriege Frankreichs Kraft erschöpft hatte, d. h. die Allianz der Seemächte, Englands und Hollands, mit Oesterreich und dem deutschen Reiche herzustellen, um Oesterreich gegen Frankreich frei zu machen, vermittelte England den Frieden zwischen Oesterreich und Preussen.

Friedrichs Rücktritt gab den Waffen Oesterreichs und Englands volles Uebergewicht, nicht nur in Böhmen, nicht nur am Mittelrhein. Der deutsche Kaiser Karl VII. wurde aus seinem Erblande getrieben, die Stände Baierns huldigten der Königin von Ungarn und die Armeen Oesterreichs überschritten den Rhein.

Solche Erfolge, die seine junge Erwerbung in Frage stellten, zu hemmen, erhob Friedrich die Waffen zum zweiten Male. Aber er traf jetzt nicht nur auf Oesterreich und die Seemächte, er traf auch auf Sachsen, welches im Breslauer Frieden leer ausgegangen zu Oesterreich hinübertrat, er fand Russland unter den Gegnern.

Die Regentschaft für den vierten Iwan war von Peter's des Grossen Tochter Elisabeth gestürzt worden (December 1741). Auf Oesterreich hatte sich die Regentschaft gestützt, die neue Kaiserin musste sich gegen deren Anhänger auf Frankreich und Preussen stützen. Sie trat in vertraute Beziehungen zu König Friedrich; sie verlangte für die Verheirathung ihres Thronfolgers Friedrich's Vorschlag und nahm ihn an; es war ihr Gedanke und ihr Betrieb, dass Friedrich's Schwester Ulrike dem Thronfolger von Schweden vermählt wurde.

Die Hinneigung seiner Kaiserin zu Preussen und Frankreich theilte der Vicekanzler Alexei Bestuschew nicht; er hielt an dem alten System der Verbindung Russlands mit Oesterreich und England. Der Gesandte Frankreichs in Petersburg, la Chetardie, versuchte ihn zu stürzen, um Russland schärfer gegen Oesterreich zu stellen, Russlands Kräfte für Frankreich gegen Oesterreich verfügbar zu machen. Bestuschew wusste sich in den Besitz der Correspondenz la Chetardie's zu setzen. Die Kaiserin liess sich überzeugen, la Chetardie wurde über die Grenze gebracht (Juni 1745).

Dieser Bruch mit Frankreich zog den Bruch mit Preussen nach sich. Elisabeth fand auf einmal, dass es ihre Pflicht sei, den König von Polen, Kurfürsten von Sachsen in seinem Erblande zu schützen: sie erklärte die Ueberschreitung der sächsischen Grenze durch preussische Truppen für Kriegsfall. Der Friede von Dresden liess es nicht dazu kommen.

Friedrich hatte die Gefahr, in der er sich befunden, in vollem Umfange erkannt. Dem Ueberbringer eines Schreibens Ludwig's XV., d'Arget, der ihn zurückhalten wollte, seinen Frieden mit Oesterreich zu schliessen, der ihn aufforderte, nach so glänzenden Erfolgen weiter zu gehen, der Friedensstifter Europa's zu werden, antwortete er: ich werde fortan keine Katze mehr angreifen; es sei denn zu meiner Vertheidigung.

So lange der Krieg zwischen Oesterreich-England und Frankreich weiter ging, die Gegner ungefähr im Gleichgewichte blieben, hatte Friedrich nichts zu fürchten. Er hielt sich streng neutral, freundlich mit England, freundlich mit Frankreich, unzugänglich allen Bemühungen von dieser wie von jener Seite, ihn für Frankreich oder für Oesterreich in Bewegung zu bringen. Mit dem Friedensschluss von Aachen (7. November 1748) änderte sich die Lage vollständig.

Elisabeth hatte die Missstimmung nicht überwunden, im Herbste des Jahres 1745 zu spät gekommen zu sein. Sie beharrte in feindseligster Haltung gegen Preussen. Noch begieriger trachtete ihr Kanzler nach auswärtigem Krieg. Was hatte Russland von solchem zu besorgen? Konnte man nicht stets ungestraft ausfallen; wer wollte Russland in seinen Grenzen aufsuchen? Dazu brauchte man Geld, die Seemächte waren bereit die Rüstung zu zahlen, um Preussen in Zaum zu halten. Man musste Sachsen gegen Preussen schützen, damit hielt man Russlands Einfluss in Polen aufrecht und zugleich Preussens Emporkommen wirksam zurück. So geschah es, dass Sachsens Interresse in Petersburg die nachdrücklichste Vertretung fand, dass Sachsen hier in eigenthümlichster Art einzuwirken vermochte. Der Kanzler war träg und ungewandt mit der Feder — der sächsische Resident Funcke wurde sein Concipist.

Die Truppen, mit welchen Elisabeth im Herbste 1745 Preussen anzufallen gedacht hatte, blieben in Livland bei einander. Mit Oesterreich war im Frühjahr 1746 (22. Mai/2. Juni) abgeschlossen worden: nicht nur, wenn Friedrich Oesterreich angreifen sollte, sondern auch, wenn er Polen oder Russland angreift, ist der Friede von Dresden hinfällig, tritt Oesterreich in sein Recht auf Schlesien und Glatz zurück.

Den kriegslustigen Demonstrationen Russlands an seinen Grenzen

hatte Friedrich im Juni 1747 einen Defensivvertrag mit Schweden entgegengestellt. Es war auf die Erhaltung der Ruhe im Norden abgesehen; ausdrücklich war stipulirt, dass Frankreich wie Russland zum Beitritt eingeladen würden.

Bestuschew hegte entgegengesetzte Pläne. Gleich nach dem Aachener Frieden war es seine Absicht, durch einen Angriff auf Schweden Friedrich zum Kriege gegen Russland zu bringen; der Krieg Preussens gegen Russland war auch der Krieg gegen Oesterreich, stellte diesem die Wiedergewinnung Schlesiens in Aussicht. England und Dänemark sollten mitwirken. Nicht nur die Thronfolge in Schweden sollte geändert werden; um Oesterreich vorwärts zu bringen, stellte Elisabeth auch die Thronfolge Karl's von Lothringen, des Bruders des Kaisers Franz, in Polen in Aussicht. An Oesterreich erging die Frage, ob es Russlands Angriff auf Schweden als casum foederis erkenne und unterstützen werde? (April 1749).

Man hatte sich in Wien zu entscheiden. Wie selbstverständlich das Verlangen war, verlorene Gebiete wieder zu nehmen, wie sehr Maria Theresia der Wiedergewinn Schlesiens am Herzen lag, sie fand es höchst gewagt, sich augenblicklich in einen neuen Krieg zu stürzen; ihre Lande müssten Ruhe haben sich zu erholen, die Armee und die Finanzen müssten nach den Entwürfen, die bereits gefasst waren, auf einen besseren Fuss gebracht werden. Sie forderte die Gutachten ihrer Staatsmänner. Das Votum des Unterhändlers des Aachener Friedens, des Grafen Kaunitz, ging dahin: Preussens Niederwerfung muss das vornehmste Ziel der österreichischen Politik sein. Die alten Alliirten, die Seemächte, werden dazu niemals ausreichende Hülfe bieten. Wohl sei Georg II., wohl seien die hannoverschen Minister von hinreichender Abneigung gegen Preussen beseelt; aber das protestantische Volk Englands werde niemals in die Vernichtung des Königs von Preussen willigen. Zur Bewältigung desselben reichten auch die verbundenen Kräfte Oesterreichs und Russlands nicht aus. Erst wenn, unter Festhaltung der Allianz mit Russland, die Unterstützung Frankreichs Friedrich entzogen, erst wenn auch Frankreichs Allianz gewonnen sei, wenn wenigstens Frankreich die Kosten übernähme, sei an Bewältigung Friedrichs zu denken. Es gebe Mittel und Wege sich mit Frankreich zu stellen. Mit der Ausführung dieses Plans müsse man so bald als möglich vorgehen; wenn dann weiter andere Staaten durch Aussicht auf Erwerb preussischer Landestheile dem Angriff auf Preussen sich gesellten, sei an dem Erfolge nicht zu zweifeln. Ohne Sicherheit des Erfolges sei der Krieg gegen Preussen nicht zu beginnen (25. April 1749).

Gesinnungen, sie thue alles, um Russland zurückzuhalten — und für den Augenblick sprach sie die Wahrheit — nur der König von Preussen sei es, der durch seinen Ehrgeiz und seine Umtriebe immer wieder Unruhe errege und Oesterreich stets mit Krieg bedrohe. Der Beitritt Englands zum Petersburger Vertrage (er wurde 1751 vollzogen) sei nicht ihr Werk, sondern das Werk Bestuschew's, und wenn die Frage der römischen Königswahl das Deutsche Reich bewege, nicht sie, England habe dieselbe aufgeworfen; auch hierin war sie nicht unwahr. Rücksichten auf Frankreich hielten Oesterreich zurück.

In Paris sagte Kaunitz den Ministern König Ludwig's: was Frankreich denn im letzten Kriege in sieben Feldzügen gewonnen habe; nur die Kleinen, Brandenburg und Savoyen hätten beim Hader der grossen Staaten gewonnen. Die Grossen würden klüger handeln, sich gegenseitig zu unterstützen. Das Emporwachsen Preussens gebe dem Protestantismus ein bedrohliches Uebergewicht, dem nur das Einverständniss der katholischen Mächte Schranken setzen könne. Die Unterstützung, die Oesterreich von den Seemächten im letzten Kriege erfahren, sei im Grunde mehr Preussen als Oesterreich zu Gute gekommen, aber auch Frankreich habe keinen Grund, sich der Unterstützung Preussens zu rühmen, drei Mal seien Frankreichs Interessen von Friedrich preisgegeben worden. Kaunitz meinte: den Waffenstillstand von Klein-Schnellendorf, den Frieden von Breslau und den Frieden von Dresden.

Wenn Kaunitz in Paris keine Fortschritte machte, so war das die Schuld gerade des Alliirten Oesterreichs, auf den es sein System basirt hatte, die Schuld Russlands. Bestuschew hörte nicht auf, Schweden zu bedrohen, um den Verbündeten Schwedens, Preussen, zum Angriff auf Russland zu nöthigen. In Paris war man der Meinung, dass es den fundamentalsten Interessen Frankreichs widerspreche, Schweden fallen, unter den Einfluss, in die Abhängigkeit von Russland kommen zu lassen. Von den drei Stützpunkten Frankreichs im Osten, von der Pforte, Polen und Schweden, sei Polen durch den Frieden von Wien verloren; Schweden müsse demnach um so nachdrücklicher gegen Russland gehalten werden, — und man vermochte Schweden nicht anders als durch Preussen gegen Russland zu halten.

So führten die Bedrohungen Schwedens durch Russland ein engeres und näheres Einverständniss zwischen Frankreich und Preussen herbei als irgend zuvor bestanden hatte. Dänemark wurde diesem Einverständniss durch die Besorgniss, Russland könne zu erdrückendem Uebergewicht im Norden gelangen, gewonnen. Die Pforte erklärte, sie werde einem Angriffe Russlands auf Schweden, ihren alten Alliirten

frieden verhandeln, Präliminarartikel vereinbaren; und nicht minder versuchte Graf Kaunitz während der Verhandlung des Aachener Friedens selbst durch Zugeständnisse in Italien und Belgien zu einem Sonderfrieden mit Frankreich zu kommen. Freilich blieb damals der Liebe Mühe vergebens. Nicht Oesterreich, nur England konnte Frankreich die verlorenen Kolonieen zurückstellen.

Wer wollte erstaunen, dass nun nach dem Frieden wieder aufgenommen wurde, was während des Krieges misslungen war? Der Besitz der Niederlande, die Oesterreich aus dem spanischen Erbe zugefallen, war in Wien von vorn herein nicht erwünscht gewesen. Es waren die beiden Seemächte, die durch die Uebergabe derselben an Oesterreich, Oesterreich auf die Wacht gegen Frankreich gestellt hatten. Oesterreich in den Niederlanden sollte England davor bewahren, Antwerpen in den Händen Frankreichs zu sehen, Hollands Sicherheit gewährleisten, die Brücke zwischen England und Oesterreich schlagen und den Kitt der Allianz bilden. Das waren Englands Interessen. In Wien fand man, dass man diese Lande unter lästigen Bedingungen besitze. Man war verpflichtet, die Barrièreplätze gegen Frankreich zu unterhalten, den Holländern für ihre Besatzungen in denselben jährlich mehr als eine Million Gulden zu zahlen. Dazu war der Handel Belgiens zu Gunsten des holländischen vertragsmässig unterbunden, die Schelde zu Gunsten Hollands geschlossen. Man dachte frühzeitig in Wien daran, sich dieses lästigen Besitzes zu entäussern; schon im Reichsfrieden von Baden hatte man sich den eventuellen Austausch des Landes vorbehalten.

Jetzt war beschlossen, nicht länger gegen Frankreich Schildwacht zu stehen, sich dieses aufgezwungenen Gegensatzes gegen Frankreich zu entledigen. Die Vorbedingung war, die holländischen Besatzungen aus dem Lande zu bringen. Kaunitz hatte die Erwähnung des Barrièretraktates im Aachener Frieden zu umgehen verstanden; unter seiner Direction ging man ans Werk, sich demselben vollständig zu entziehen. Man liess die Festungen verfallen; man zahlte den Holländern die Besatzungsgelder nicht; man änderte den Zolltarif zu Ungunsten Hollands und Englands; man liess die lauten Klagen der Seemächte unberücksichtigt; man zeigte Frankreich, dass man ihm hier fortan keine Barrière ziehe.

Die Annäherung an Frankreich positiv einzuleiten, empfing Maria Theresia den Gesandten Frankreichs, der nach dem Aachener Frieden wieder in Wien erschien, mit dem Ausdruck des Bedauerns, dass ihr Abgesandter im Herbste des Jahres 1741 zu spät gekommen sei, um Oesterreich und Frankreich auszusöhnen; daraus sei alles Unheil entstanden; sie betheuerte ihm und seinen Nachfolgern ihre friedlichsten

Gesinnungen, sie thue alles, um Russland zurückzuhalten — und für den Augenblick sprach sie die Wahrheit — nur der König von Preussen sei es, der durch seinen Ehrgeiz und seine Umtriebe immer wieder Unruhe errege und Oesterreich stets mit Krieg bedrohe. Der Beitritt Englands zum Petersburger Vertrage (er wurde 1751 vollzogen) sei nicht ihr Werk, sondern das Werk Bestuschew's, und wenn die Frage der römischen Königswahl das Deutsche Reich bewege, nicht sie, England habe dieselbe aufgeworfen; auch hierin war sie nicht unwahr. Rücksichten auf Frankreich hielten Oesterreich zurück.

In Paris sagte Kaunitz den Ministern König Ludwig's: was Frankreich denn im letzten Kriege in sieben Feldzügen gewonnen habe; nur die Kleinen, Brandenburg und Savoyen hätten beim Hader der grossen Staaten gewonnen. Die Grossen würden klüger handeln, sich gegenseitig zu unterstützen. Das Emporwachsen Preussens gebe dem Protestantismus ein bedrohliches Uebergewicht, dem nur das Einverständniss der katholischen Mächte Schranken setzen könne. Die Unterstützung, die Oesterreich von den Seemächten im letzten Kriege erfahren, sei im Grunde mehr Preussen als Oesterreich zu Gute gekommen, aber auch Frankreich habe keinen Grund, sich der Unterstützung Preussens zu rühmen, drei Mal seien Frankreichs Interessen von Friedrich preisgegeben worden. Kaunitz meinte: den Waffenstillstand von Klein-Schnellendorf, den Frieden von Breslau und den Frieden von Dresden.

Wenn Kaunitz in Paris keine Fortschritte machte, so war das die Schuld gerade des Alliirten Oesterreichs, auf den es sein System basirt hatte, die Schuld Russlands. Bestuschew hörte nicht auf, Schweden zu bedrohen, um den Verbündeten Schwedens, Preussen, zum Angriff auf Russland zu nöthigen. In Paris war man der Meinung, dass es den fundamentalsten Interessen Frankreichs widerspreche, Schweden fallen, unter den Einfluss, in die Abhängigkeit von Russland kommen zu lassen. Von den drei Stützpunkten Frankreichs im Osten, von der Pforte, Polen und Schweden, sei Polen durch den Frieden von Wien verloren; Schweden müsse demnach um so nachdrücklicher gegen Russland gehalten werden, — und man vermochte Schweden nicht anders als durch Preussen gegen Russland zu halten.

So führten die Bedrohungen Schwedens durch Russland ein engeres und näheres Einverständniss zwischen Frankreich und Preussen herbei als irgend zuvor bestanden hatte. Dänemark wurde diesem Einverständniss durch die Besorgniss, Russland könne zu erdrückendem Uebergewicht im Norden gelangen, gewonnen. Die Pforte erklärte, sie werde einem Angriffe Russlands auf Schweden, ihren alten Alliirten

gegen Russland, nicht unthätig zusehen. Friedrich sah sich an der Spitze einer grossen Verbindung, in einer Stellung, in welcher er den Kräften Oesterreichs und Russlands mehr als gewachsen gegenüberstand.

Kaunitz verzweifelte, mit seinem Systeme vorwärts zu kommen. Es sei für jetzt wenigstens auch nicht die leiseste Hoffnung vorhanden, Frankreich von Preussen trennen zu können, schrieb er im Mai 1751: dem Entschlusse der Kaiserin müsse er demnach anheimstellen, ob an dem Plane, der vor zwei Jahren als Richtschnur des politischen Systems angenommen worden sei, festzuhalten, ob derselbe aufzugeben sei. Werde Oesterreich durch Russland in den Krieg gegen Schweden gezogen, so sei es von zwei Seiten (von der Pforte und von Frankreich) bedroht; wie könne man sich mit der Hoffnung schmeicheln, nach einer dritten Seite hin ein verlorenes Land wieder zu erobern? Zur Befestigung der eigenen Sicherheit bleibe nur die Aussöhnung mit Preussen übrig. Diese sei möglich. König Friedrich liege die Sicherheit seiner schlesischen Erwerbung am meisten am Herzen. Er könne dieses Ziel am sichersten durch Oesterreich erreichen und sei klug genug, diesen Weg zu betreten, sobald er ihm geöffnet werde. Kaunitz wusste demnach sehr gut, dass Friedrich nicht an Krieg und neue Erwerbungen, noch weniger daran denke, Oesterreich zu überfallen.

Der Urheber des »grossen Desseins« verzweifelte an dessen Durchführbarkeit, Maria Theresia nicht. Sie befahl, an dem Plane des Frühjahrs 1749 festzuhalten. Die Ausdauer schien Frucht zu tragen. Da man in Paris keine Fortschritte machte, suchte man den Weg nach Paris über Madrid. Es gelang, mit den bourbonischen Höfen Italiens und Spaniens in Verbindung zu treten; der Vertrag von Aranjuez zwischen Spanien, Parma und Oesterreich (am 14. April 1752 abgeschlossen) gewährte Oesterreich für den Kriegsfall höchst erwünschte Sicherheit, in seinen italienischen Landen nicht wiederum wie im Sucessionskriege angegriffen zu werden.

Als Kaunitz im April des Jahres 1753 nach Wien zurückgerufen wurde, die Leitung der auswärtigen Angelegenheiten in seine Hand zu nehmen, hatte er, trotz eifrigster Hülfe Sachsens in Paris doch nicht viel mehr erreicht, als eine günstigere Gesinnung König Ludwig's und ein vertrautes Verhältniss zur Marquise von Pompadour; durch sie wusste er, das Ludwig XV. persönlich dem König von Preussen ungünstig gestimmt, dass er in seinem Herzen nicht abgeneigt sei, dem Bunde mit Oesterreich den Vorzug zu geben.

Dem Staatskanzler Kaunitz schien jedoch noch weniger als dem Gesandten die Ausführung der grossen Absicht beschieden zu sein. Herannahende Conflikte drohten Oesterreich vielmehr schärfer gegen

Frankreich zu stellen als jemals. Differenzen zwischen Sachsen und Preussen, zwischen England-Hannover und Preussen, jene über die Befriedigung preussischer Besitzer sächsischer Steuerscheine, diese über den Ersatz der Schädigungen, welche die neutrale preussische Flagge von englischen Kreuzern 1746, 1747 und 1748 erfahren, über die Belehnung mit Ostfriesland, nahmen einen akuteren Charakter an.

Der Kaiserin Elisabeth, — seit acht Jahren demonstrirte sie unablässig an den Grenzen Preussens — war damit endlich der langersehnte Moment der Aktion gegen Preussen gekommen: sie war entschlossen, für Sachsen und Hannover einzutreten. Am 15. Mai 1753 forderte sie in Person die Vota ihrer Staatsmänner: ob es dem russischen Reiche convenire, dass Preussen sich noch mehr vergrössere, mit welchen Mitteln und in welcher Weise den Bundesgenossen (auch Sachsen war inzwischen dem Petersburger Vertrage von 1746 beigetreten) Beistand zu leisten sei. »Sie gestehe, dass sie mit einem so ruhestörerischen Nachbar wie Preussen einen Krieg zu haben wünsche.« Das Conseil beschloss: Preussen sei auf seinen früheren mässigen Stand zurückzuführen, es sei sofort ein bedeutendes Corps zusammenzuziehen; sobald man der Mitwirkung Oesterreichs und Sachsens sicher sei, könne man nicht nur, wenn Hannover angegriffen werde, eine Diversion in Ostpreussen machen, sondern auch ohne solchen Anlass Preussen den Krieg erklären und diesen beginnen. Die Truppen in Liefland wurden auf 60,000 Mann gebracht.

Die verstärkte Rüstung Russlands, seine drohende Sprache verstärkte die alte Gegenwirkung. Frankreich erklärte, wenn Russland 60,000 Mann gegen Preussen aufstelle, werde es seinerseits 60,000 Mann an der Grenze der Niederlande versammeln. Wiederum standen Preussen und Frankreich fest bei einander, — Kaunitz war in Gefahr, das Gegentheil seines Programms sich verwirklichen zu sehen.

Er that Alles, den »lobenswerthen Kriegseifer Russlands« zu zügeln. Es gelang ihm nicht ohne Mühe. Nur dazu musste nach seiner Meinung die Situation verwerthet werden, England zu bestimmen, wenigstens 60,000, noch besser 150,000 Russen in Sold zu nehmen. Dies zu erreichen, liess er es in London an eindringlicher Vorstellung nicht fehlen.

Es war eine Verwickelung jenseits des Oceans, welche diese Spannungen löste und dem Grafen Kaunitz die Aussicht eröffnete, das Programm von 1749 endlich ins Werk zu setzen. Die Grenzen des englischen und französischen Besitzes in Nordamerika waren im Aachener Frieden der Regulirung durch Commissarien vorbehalten worden. Diese hatten sich nicht einigen können. Französischer Seits war man darauf bedacht, Kanada und Luisiana in Verbindung zu bringen; längs der

halte. Die Truppen deutscher Fürsten in Sold zu nehmen, begab sich König Georg II. selbst nach Hannover. Man war bereit, hier wie dort die Börse sehr weit zu öffnen. Für die Vertheidigung der Niederlande war ja nach Kaunitz Zusage sicher auf Oesterreich zu zählen. England fand, dass Oesterreich nun wohl selbst beklagen werde, auf alle Vorstellungen wegen der Barrière nicht früher gehört zu haben: der Streit mit Holland müsse rasch beendet, die Festungen hergestellt, mit ausreichenden Besatzungen versehen, für die Sicherheit Hollands gesorgt werden. Man erstaunte in London sehr bald über die Saumseligkeit Oesterreichs, man begriff dessen Zögern und Unthätigkeit nicht. Seine Truppen in den Niederlanden, einschliesslich Luxemburgs, zählten kaum 14,000 Mann. Kaunitz deducirte ausführlich, welche Kosten die Barrière Oesterreich verursacht habe und bezog sich darauf, dass das Centrum der Monarchie nicht wohl entblösst werden könne, da man sich hier auf einen Angriff Preussens gefasst halten müsse. Dies Hinausziehen, welches man sich englischer Seits durch den Hintergedanken Oesterreichs, sehr hohe Subsidien zu ziehen, erklärte, zu enden, verlangte Graf Holderness endlich ziemlich gebieterisch in Wien, dass wenigstens 30,000 Mann unverzüglich nach den Niederlanden in Marsch gesetzt würden; die Wehrlosigkeit derselben lade Frankreich zur Invasion ein (1. Juni 1755).

Gerade daran war dem Grafen Kaunitz gelegen. Er wollte Frankreich zeigen, dass er Belgien nicht zu vertheidigen gedenke. Als die dringliche Forderung einlief, fand Kaunitz, dass Englands Absichten lediglich darauf gerichtet seien, Oesterreich gegen Preussen wehrlos zu machen und in den Krieg gegen Frankreich zu verwickeln. Eine starke Besetzung der Niederlande, so erwiederte er am 21. Juni, würde Frankreich zum Angriff auf dieselben provociren. England fordere, unterlasse aber anzugeben, was es selbst zu leisten gedenke. Während nichts für die Sicherheit Oesterreichs gegen Preussen dringender sei, als der Abschluss des englisch-russischen Vertrages, während diese Sicherung Oesterreichs durch die russische Armee Oesterreich allein in die Lage setzen könne, Truppen in die Niederlande zu senden, markte England in Petersburg um Pfunde (Bestuschew forderte für den Frieden 120,000 Pfund, für den Krieg 500,000 Pfund jährlich). Man wolle mit der Wahrheit nicht zurückhalten, dass die Niederlande Oesterreich im Frieden nichts einbrächten, dagegen die Monarchie in alle Kriege verwickelten. Sollten sie verloren gehen, so sei das ein Verlust, den Oesterreich verschmerzen könne. Dennoch sei man bereit 10—12,000 Mann nach den Niederlanden marschiren zu lassen, wenn England die conditio sine qua non erfülle, 20,000 Mann dorthin zu senden, die dort gleich-

England oder für Frankreich einzutreten, Frankreich von einem neuen Kriege mit Oesterreich zu entlasten, ihm Oesterreichs Allianz zu bieten. Die Neutralität, so sagte Kaunitz seiner Kaiserin, würde uns die alten Freunde rauben und neue nicht erwerben. Bleiben wir in der Allianz mit England, so werden wir von Frankreich angegriffen, wir erschöpfen die Kräfte des Staates vergebens. Welchen Kriegspreis hätten wir in diesem Bunde zu hoffen — der einzige, den wir brauchen, ist Preussen, und gerade den gewähren uns die Seemächte niemals.

Aber noch war der Krieg nicht ausgebrochen. Ihn zum Ausbruch zu bringen, ihn auf das Festland hinüberzuziehen, ermunterte Kaunitz England zum Kriege, deutete er in London an, dass Oesterreich seinem alten Alliirten treu zur Seite stehen werde. Oesterreich sei bereit, 50,000 Mann in die Niederlande zu schicken, wenn England die Kosten tragen wolle, es sei dringlich, dass England sich endlich entschliesse, die langen Verhandlungen über die Russland zu gewährenden Subsidien schleunigst zu Ende zu bringen (März, April 1755).

England ist ausser Stande, so rechnete Kaunitz nach seinen eigenen Worten, Belgien und Hannover ohne Bundesgenossen gegen Frankreich und Preussen zu vertheidigen. Entziehen wir England unsere Allianz, so muss es einen anderen Alliirten suchen. Es findet keinen ausser Preussen. In diesem Augenblick würde Frankreich Englands Platz bei uns einnehmen. Besitzer der Niederlande haben wir das Mittel, Frankreich zu gewinnen, selbst wenn sein eigenes Interesse es nicht auf unsere Seite triebe. Seine Absicht ging zunächst dahin, England vorzuhalten: wir können wenig oder nichts für die Niederlande thun, da wir den Angriff Preussens zu befahren haben (er war vom Gegentheil überzeugt), um dadurch England zu nöthigen, die russische Armee in Sold zu nehmen, d. h. Russland Geldmittel für die Rüstung zur Verfügung zu stellen, und weiterhin, die Allianz Preussens zu suchen. Wir brechen mit England nicht, bis wir Frankreich haben. Frankreich zahlt nur, wenn und solange es sieht, dass wir England haben können. »Ich habe bisher an der Allianz mit England festgehalten, aber mein Benehmen Frankreich gegenüber so eingerichtet, dass wenn Zeiten und Umstände eintreten sollten, die eine grosse Entscheidung anrathen sollten, die Annäherung möglich ist.«

Höchst vorsichtig, höchst gedeckt und höchst consequent ging Kaunitz an die Ausführung des Systemwechsels.

Wie er gerathen, sendete England gleich im April Sir Charles Hanbury Williams nach Petersburg, um die russische Armee in Sold zu nehmen und das russische Cabinet zu überzeugen, dass Russland eine asiatische Macht bleiben werde, wenn es Preussen nicht nieder-

halte. Die Truppen deutscher Fürsten in Sold zu nehmen, begab sich König Georg II. selbst nach Hannover. Man war bereit, hier wie dort die Börse sehr weit zu öffnen. Für die Vertheidigung der Niederlande war ja nach Kaunitz Zusage sicher auf Oesterreich zu zählen. England fand, dass Oesterreich nun wohl selbst beklagen werde, auf alle Vorstellungen wegen der Barrière nicht früher gehört zu haben: der Streit mit Holland müsse rasch beendet, die Festungen hergestellt, mit ausreichenden Besatzungen versehen, für die Sicherheit Hollands gesorgt werden. Man erstaunte in London sehr bald über die Saumseligkeit Oesterreichs, man begriff dessen Zögern und Unthätigkeit nicht. Seine Truppen in den Niederlanden, einschliesslich Luxemburgs, zählten kaum 14,000 Mann. Kaunitz deducirte ausführlich, welche Kosten die Barrière Oesterreich verursacht habe und bezog sich darauf, dass das Centrum der Monarchie nicht wohl entblösst werden könne, da man sich hier auf einen Angriff Preussens gefasst halten müsse. Dies Hinausziehen, welches man sich englischer Seits durch den Hintergedanken Oesterreichs, sehr hohe Subsidien zu ziehen, erklärte, zu enden, verlangte Graf Holderness endlich ziemlich gebieterisch in Wien, dass wenigstens 30,000 Mann unverzüglich nach den Niederlanden in Marsch gesetzt würden; die Wehrlosigkeit derselben lade Frankreich zur Invasion ein (1. Juni 1755).

Gerade daran war dem Grafen Kaunitz gelegen. Er wollte Frankreich zeigen, dass er Belgien nicht zu vertheidigen gedenke. Als die dringliche Forderung einlief, fand Kaunitz, dass Englands Absichten lediglich darauf gerichtet seien, Oesterreich gegen Preussen wehrlos zu machen und in den Krieg gegen Frankreich zu verwickeln. Eine starke Besetzung der Niederlande, so erwiederte er am 21. Juni, würde Frankreich zum Angriff auf dieselben provociren. England fordere, unterlasse aber anzugeben, was es selbst zu leisten gedenke. Während nichts für die Sicherheit Oesterreichs gegen Preussen dringender sei, als der Abschluss des englisch-russischen Vertrages, während diese Sicherung Oesterreichs durch die russische Armee Oesterreich allein in die Lage setzen könne, Truppen in die Niederlande zu senden, markte England in Petersburg um Pfunde (Bestuschew forderte für den Frieden 120,000 Pfund, für den Krieg 500,000 Pfund jährlich). Man wolle mit der Wahrheit nicht zurückhalten, dass die Niederlande Oesterreich im Frieden nichts einbrächten, dagegen die Monarchie in alle Kriege verwickelten. Sollten sie verloren gehen, so sei das ein Verlust, den Oesterreich verschmerzen könne. Dennoch sei man bereit 10—12,000 Mann nach den Niederlanden marschiren zu lassen, wenn England die conditio sine qua non erfülle, 20,000 Mann dorthin zu senden, die dort gleich-

zeitig mit der österreichischen Verstärkung einträfen, und weiter der englisch-russische Vertrag geschlossen sei. Ton und Forderungen des Schriftstückes überraschten den Vertreter Englands in Wien, Lord Keith. Auf seine Frage, auf welchen Grundlagen man sich würde einigen können, antwortete Kaunitz: »wenn man den König von Preussen angreift« (24. Juni); d. h.: die Bedingung unserer Verbindung mit Euch ist, dass Ihr mit uns in den Vernichtungskrieg gegen Preussen geht.

»Die Antwort Englands auf unsere Erklärung,« so sagte Kaunitz seiner Kaiserin (27. Juni), »wird Klarheit darüber geben, auf welche Seite sich Oesterreich zu stellen hat.« Kaunitz kannte diese Antwort im Voraus. Als Sir Charles in Petersburg am 9. August den Soldvertrag mit Russland gezeichnet, Graf Holderness am 12. August in Hannover die Aufforderung an den Vertreter Oesterreichs, Colloredo, gerichtet: Oesterreich möge die Erklärung abgeben, dass es nicht daran denke, Krieg gegen Preussen zu beginnen, der in diesem Augenblick nicht zeitgemäss wäre — war der Moment der Entscheidung gekommen. Während Kaunitz im Frühjahr in London das Feuer geschürt, hatte er Frankreich der friedlichsten Gesinnungen Oesterreichs versichern und dessen dringenden Wunsch, zur Ausgleichung des Conflikts mit England beizutragen, ausdrücken lassen. Jetzt, am 19. August, sagte er seiner Kaiserin: »Preussen muss über den Haufen geworfen werden, wenn das Erzhaus aufrecht bleiben soll.« Die »Gelassenheit«, d. h. die friedliche Haltung, des Königs von Preussen habe bereits Misstrauen in Paris erweckt, dies müsse sich steigern, da es im Interesse der preussischen Politik liege, sich vom Kriege fern zu halten. Diese Complication der Umstände werde nie wieder eintreten. Demgemäss seien nunmehr die gesammten Niederlande Frankreich anzubieten, Luxemburg für Frankreich, das übrige Gebiet für den Schwiegersohn Ludwig's XV., den Gemahl seiner Lieblingstochter, Philipp von Parma, sobald Oesterreich wieder im Besitz von Schlesien und Glatz sei; d. h. man war bereit, ein bei weitem reicheres Gebiet aufzugeben, um ein ärmeres, aber im Zusammenhange des Staates liegendes Gebiet wieder zu gewinnen. Man könne ferner dem Könige von Frankreich zusagen, zur Erfüllung seines Wunsches, den Prinzen Conti auf den polnischen Thron zu erheben, nach Kräften mitzuwirken. Dagegen sei nur zu verlangen, dass Frankreich auf die Allianz mit Preussen verzichte und zu den Kosten der Ausführung des Planes beitrage (d. h. England in Petersburg ersetze). Den Bundesgenossen Frankreichs müssten Landerwerbungen auf Kosten Preussens zugebilligt werden, dessen Gebiet »auf den Umfang vor dem 30jährigen Kriege zu reduciren sei.« Russland müsse dahin

disponirt werden, dass es im nächsten Frühjahr (1756) mit 80,000 Mann in Preussen einfalle. England gegenüber bleibe man inzwischen dadurch gedeckt, dass, so lange Oesterreich durch einen Einfall Preussens in seinem Herzen bedroht sei, Unterstützung in den Niederlanden zu gewähren nicht ausführbar sei.

Am 21. August 1755 ging das grosse Angebot (es sollte im tiefsten Geheimniss der Marquise oder dem Prinzen Conti anvertraut werden), von einem Schreiben des Grafen Kaunitz an die Marquise begleitet, an Kaunitz' Nachfolger in Paris, den Grafen Starhemberg, ab; er sollte betonen, dass Preussen im Begriff sei, sein Bündniss mit Frankreich einem Bündniss mit England zum Opfer zu bringen. »Die Vorsehung«, so schreibt Kaunitz dem Grafen Starhemberg, »hat Sie dazu ausersehen, das Werk glorreich zu vollenden, wozu sich mir selbst während meines Aufenthaltes in Paris gar kein Anlass bieten wollte.«

König Ludwig XV. war von vorn herein bereit, auf die Allianz mit Oesterreich einzugehen. Er übertrug die Unterhandlung dem Freunde der Marquise, dem Abbé Bernis, unter Ausschluss seiner Minister, »deren Vorurtheil gegen den Wiener Hof er kenne«. Bernis sagt uns: »einige der Vorschläge Oesterreichs waren geeignet, das weiche und väterliche Herz des Königs für seine Kinder und Enkel zu rühren.« Starhemberg wusste ihren Werth zu erhöhen. Lehne Frankreich ab, so sei das der Krieg, den Oesterreich gegen Frankreich zu führen niemals in besserer Lage gewesen: von Russland und England unterstützt, im Einvernehmen mit Spanien und dadurch in Italien gesichert. Als Bernis dem König einige schüchterne Bedenken über die Folgen einer so fundamentalen Wandlung des politischen Systems äusserte, erwiderte Ludwig: »Ihr seid wie die Anderen der Königin von Ungarn Feind.« »Die Allianz mit Oesterreich sei der Wunsch seines Lebens, das einzige Mittel, die katholische Religion aufrecht zu halten.« Wenigstens nicht blind gedachte Bernis zuzugreifen. Man müsse darüber klar sein, ob die Annäherung an Frankreich nicht etwa nur deshalb versucht würde, Preussen und Frankreich einander zu entfremden oder England zu bewegen, für die Unterstützung, die ihm Oesterreich gewähren solle, höheren Preis zu zahlen. Demgemäss wurde die Geneigtheit Frankreichs ausgesprochen, in Allianz mit der Kaiserin zu treten, ohne die Allianz mit Preussen, gegen dessen Bundestreue nicht der leiseste Verdacht vorliege, aufzugeben. In geschicktestem Schachzuge liess Kaunitz das Angebot der Niederlande zurückziehen —, wie er selbst sagte, die Wirkung des Anerbietens zu mehren, und erklären: unter diesen Umständen bleibe Oesterreich nur übrig, sich mit Spanien und anderen Mächten, d. h. den bour-

bonischen Höfen Italiens, gegen den zu verbinden, der zuerst den Frieden von Aachen breche. Er bewies damit, dass Oesterreichs ernste Absicht dahin gehe, nicht auf Englands Seite zu stehen. Das Verlangen Frankreichs nach Verdeutlichung dieser Proposition erwiderte Kaunitz mit der Forderung des Verzichts Frankreichs auf die preussische Allianz. Nunmehr schlug Frankreich vor: Oesterreich und Frankreich garantiren sich gegenseitig ihre Besitzungen; mit Ausschluss Englands werden alle übrigen Mächte zum Beitritt eingeladen; Frankreich behält sich den Angriff auf Hannover vor. Seinen bisherigen Bundesgenossen, Preussen, konnte Frankreich doch nicht fallen lassen, bevor Oesterreich seinen bisherigen Bundesgenossen, England, ebenmässig auch formell aufgegeben hatte.

So weit waren Oesterreich und Frankreich, als die Wendung Friedrich's, die Kaunitz vorzeitig in Paris denuncirt hatte, thatsächlich eintrat. Das Verhalten Oesterreichs bezüglich der Niederlande, seine Erklärung vom 21. Juni, jenes Gespräch zwischen Keith und Kaunitz, die Zurückziehung der österreichischen Geschütze aus den Barrière-Plätzen überzeugten endlich Georg II. und seine Minister, dass Oesterreich zwar den Krieg, aber nicht gegen Frankreich, sondern gegen Preussen wolle. Hatte man demnach auf den alten Alliirten nicht mehr zu rechnen, wie sollte man die Niederlande, Holland, welches in Folge der Haltung Oesterreichs nur noch Neutralität ersehnte, Hannover decken, wenn es zum Landkriege kam? Man war auf die hannoverschen Truppen, auf die Hessen, auf die Russen, die man gemiethet, angewiesen. Unter solchen Umständen war es geboten, auf den Landkrieg zu verzichten, sich auf die Defensive in diesem zu beschränken, wenn er nicht zu vermeiden war; die Sicherheit für Hannover auf anderem Wege zu suchen. War es denn wirklich so gewiss, dass Preussen Hannover angreifen werde? Bestand wirklich volle Solidarität zwischen Preussen und Frankreich? War es denn aussichtslos, den Frieden auf dem Festlande zu erhalten, wenn man sich mit Preussen verständigte, aussichtslos, Schutz für Hannover zu finden, wenn man ihn in Berlin suchte?

Herzog Karl von Braunschweig übernahm, König Friedrich zu sondiren, ob er geneigt sein möchte, das Feuer des Krieges von Hannover und Preussen fern zu halten (11. August 1755).

König Friedrich hatte die Aufforderung Frankreichs, Hannover zu attakiren, im Frühjahr (6. Mai) sehr bestimmt abgelehnt: sein Bündniss mit Frankreich sei defensiver Natur. Aber der Zusage, welche England suchte, wich er aus; er rieth zum Ausgleich mit Frankreich unter Vermittelung der beiderseitigen Verbündeten. Als England solchen nicht mehr für möglich erklärte, war er bereit seiner-

seits zu erklären, Hannover nicht anzugreifen; Frankreich vom Angriff auf Hannover abzuhalten, dazu trug er vorerst Bedenken, sich zu verpflichten (13. October). Seinen Vertreter in London wies er an, den Ministern dort hinzuwerfen: erfolge der Einmarsch russischer Truppen in Deutschland, so sei er wohl oder übel zum Kriege genöthigt (14. October). Darauf hin wurde hier dem Gesandten der Wortlaut des endlich abgeschlossenen englisch-russischen Vertrags unter der Versicherung mitgetheilt, dass derselbe nicht gegen Preussen gerichtet, dass er nur eine Vorsichtsmassregel sei, dass die zur Verfügung Englands gestellte russische Armee nicht marschiren werde, wenn Hannover nicht bedroht, der Friede auf dem Festlande erhalten bleibe. König Friedrich sei in der Lage, ihn in Deutschland zu erhalten, wie ihn Spanien in Italien wahre.

Aus Petersburg kam in denselben Tagen zuverlässige Kunde, die Beschlüsse des 15. Mai 1753 seien dort in der Conseilsitzung am 7. October wieder aufgenommen worden; es sei beschlossen worden, die »Fundamentalmaxime«, d. h. die Niederwerfung Preussens festzuhalten: Preussen wird ohne Discussion angegriffen, wenn Friedrich einen Alliirten Russlands angreift oder von einem Alliirten Russlands angegriffen wird. Zu Riga, Mitau und Libau sind für 100,000 Mann Magazine zu etabliren.

Friedrich hatte seinen Entschluss zu fassen. Weder Russland noch Oesterreich vermochte er irgend einen Dienst zu bieten, der Russlands Kriegseifer, Oesterreichs Vergeltungseifer entwaffnen konnte: er konnte nichts als Frankreich oder England seine Waffenhülfe bieten. Frankreich forderte die Okkupation Hannovers. Er sah Russland kriegsbereit, durch Englands Geldhülfe kriegsfertig, sich auf ihn zu stürzen. Oesterreich folgte; es folgten jedenfalls Hannover und Hessen, es folgten die deutschen Staaten, die der vereinigte Einfluss Englands und Oesterreichs gegen ihn in Aktion setzen würde. Das waren die gewaltigen Kräfte, die er auf sich ziehen sollte. Es war der Vernichtungskrieg, in den Frankreich ihn zu schicken trachtete, ohne dass er auf dessen Hülfe in höherem Maasse als in den Jahren 1744 und 1745 zu zählen gehabt haben würde; wie damals hätte Frankreich seinen Krieg in den Niederlanden geführt. Von der anderen Seite wurde vorerst nicht einmal seine Waffenhülfe, sondern die Einnahme einer Position gefordert, die die Erhaltung des Friedens möglich erscheinen liess. Russland war entschlossen und bereit, ihn anzufallen. Aber England erbot sich, die Russen zurückzuhalten. Geschah dies, so hielt auch Oesterreich wohl das Schwert in der Scheide. Friedrich schwankte nicht. Mit eigener Hand entwarf er am 7. December die Instruktion für seinen Gesandten in London,

punkt, der ihm erlaubte, die grosse Coalition zu bilden, sich von den Seemächten loszusagen und Frankreich im gegebenen Momente zu sich hinüber zu ziehen; eine Aufgabe, die ihm durch die Stellung Sachsens in Petersburg und in Paris, das hier wie dort, wie in Wien Sicherheit gegen Preussen suchte, wesentlich erleichtert worden ist.

Ohne den Kriegseifer Russlands, das keinen Verlust von Preussen zu revindiciren hatte, das Preussen vernichten wollte, während sein Staatsinteresse ihm gebot, Oesterreich und Preussen im Gleichgewicht zu halten, ohne den Wiederausbruch des Seekrieges zwischen den Westmächten, ohne den Umstand, dass im Herzen Deutschlands ein deutsches Gebiet in fremder Hand lag, in welchem Frankreich England treffen konnte, wäre Kaunitz ausser Stande gewesen, die grosse Coalition gegen Preussen zu Stande zu bringen. Es war Hannover, um welches sich die Fäden der Gegenstrebungen so fest verschlangen, dass sie nur durch das Schwert zu lösen waren. Indem Kaunitz Frankreich nicht nur Belgien sondern auch den Angriff auf Hannover bot, gelang es ihm, Frankreich voll und ganz zu gewinnen. Hannover in Englands Hand hat den Ausbruch des siebenjährigen Krieges und fünfzig Jahre später den Ausbruch des Krieges von 1806 veranlasst.

Hätte Friedrich geirrt, so hätte er aus Friedensliebe geirrt, so hätte er darin geirrt, dass er den Frieden auf dem Festlande noch erhalten zu können glaubte, als er nicht mehr zu erhalten war. Wohl hat er anscheinend falsch gerechnet, wenn er möglich hielt, sich mit Frankreich und England verhalten zu können, wenn er meinte, durch England die Action Russlands und mit dieser auch die Action Oesterreichs zurückzuhalten. Das Gewicht Englands in Petersburg hat er — hierüber durch England selbst viel länger als billig getäuscht — überschätzt, den selbstständigen Kriegseifer, die eigenen Machtmittel Russlands hat er unterschätzt. Dass ihn der Vertrag vom 16. Januar gegen Frankreich stellen werde, war ihm von vorn herein klar — aber auch hier täuschte ihn die Voraussetzung, dass Frankreich sein fundamentales Staatsinteresse wenigstens niemals soweit verkennen könne, mit seiner gesammten Streitmacht für die Vernichtung Preussens, d. h. für Oesterreichs Herrschaft über Deutschland einzutreten.

Diese Rechnungsfehler hat Friedrich sich selbst vorgeworfen. Aber in der gegebenen Lage war nicht anders zu rechnen als er gerechnet hat, war ein besserer Entschluss nicht zu fassen als der, den er fasste. Die sichere Empfindung der Ausschlag gebenden Kräfte hat ihn richtig geleitet und seine Entscheidung hoch über den falschen Ansatz secundärer Factoren hinausgehoben.

Von dem Augenblick seiner Thronbesteigung an hatte er in seinem Herzen der Allianz mit England den Vorzug vor der mit Frankreich

treter Oesterreichs, Esterhazy, am 10. April forderte: ob Russland die Operationen zu beginnen und den Angriff, den Oesterreich mit 80,000 Mann auf Preussen machen werde, mit 60—70,000 Mann zu unterstützen bereit sei, unverzüglich zustimmend abzugeben. Elisabeth fügte hinzu: der Krieg müsse so lange fortgesetzt werden, bis Russland im Besitze Ostpreussens, Oesterreich im Besitze von Schlesien und Glatz sei. Sobald die Operationen begonnen, würden Sachsen und Schweden zur Cooperation einzuladen sein; Sachsen wäre das Herzogthum Magdeburg, Schweden Pommern zuzusichern. Bestuschew bemerkte, die bereitstehenden Truppen betrügen 110,000 Mann in erster, 20,000 Mann in zweiter Linie; Preussen werde zugleich zu Wasser und zu Lande angegriffen werden. Esterhazy meinte, die russische Armee werde sicher im August vorgehen können (22. April). Kaunitz erwiderte: da die Unterhandlung über die Offensive Frankreichs gegen Preussen noch schwebe, müsse der allgemeine Angriff, so schmerzlich der Zeitverlust sei, bis zum nächsten Frühjahr verschoben werden.

Friedrich kam seinen Gegnern zuvor: auf den Bericht seines Gesandten in Paris, dass Maria Theresia ganz Belgien angeboten, wenn Frankreichs Hülfe sie in den Besitz Schlesiens setze, auf die sichere Kunde von Petersburg, dass der Krieg gegen ihn beschlossen, dass Russland mit 120,000, Oesterreich mit 80,000 Mann gegen ihn auftreten werde, der Beginn des Krieges jedoch auf das nächste Frühjahr verschoben sei, zog er das Schwert. Das kleinere Uebel, sagte er, als Angreifer zu erscheinen, ist dem grösseren vorzuziehen, meinen Feinden Zeit zu lassen, vollständig vorbereitet mit vereinigten Kräften über mich herzufallen. Am 29. August überschritten die preussischen Truppen die sächsische Grenze.

Nicht eventuelle Verpflichtungen problematischer Ausführung, wie Graf Hertzberg meinte, höchst positive Verpflichtungen bestanden gegen Friedrich, als er die Waffen ergriff. Der Krieg gegen ihn war von Russland und Oesterreich fest beschlossen; das Eingeständniss der Gegner liegt heut offen vor, dass Preussen im Frühjahr 1756 angegriffen werden sollte; nur um des Erfolgs sicherer zu sein, hatte man den Angriff auf das folgende Frühjahr verschoben.

Nicht Maria Theresia, nicht Kaunitz waren es, die den Krieg gegen Friedrich in erster Linie heraufbeschworen haben; Oesterreich wusste nur zu gut, dass seine Kraft nicht ausreiche, Schlesien wieder zu gewinnen. Es war die Feindseligkeit Russlands, die von England mehr als zehn Jahre hindurch genährte und von England bezahlte Feindseligkeit Russlands, welcher der Löwenantheil am Ausbruche des siebenjährigen Krieges gehört. Russland hat den Knoten geschürzt. Seine Feindseligkeit gegen Preussen gab Oesterreich den festen Stütz-

1882.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. W. Peters las die umstehend abgedruckte Abhandlung des Hr. Dr. Emil Selenka, Professors in Erlangen.

2. Derselbe überreichte eine Abhandlung des Hrn. Dr. Th. Studer, Professors in Bern, unter dem Titel: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. »Gazelle« an der Westküste von Afrika, auf Ascension und am Cap der Guten Hoffnung gesammelten Crustaceen.

3. Hr. Helmholtz las die gleichfalls unten folgende Abhandlung des Hrn. Dr. A. Oberbeck, Professors in Halle a. S.

1882.

VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

16. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. W. Peters las die umstehend abgedruckte Abhandlung des Hr. Dr. Emil Selenka, Professors in Erlangen.

2. Derselbe überreichte eine Abhandlung des Hrn. Dr. Th. Studer, Professors in Bern, unter dem Titel: Verzeichniss der während der Reise S. M. S. »Gazelle« an der Westküste von Afrika, auf Ascension und am Cap der Guten Hoffnung gesammelten Crustaceen.

3. Hr. Helmholtz las die gleichfalls unten folgende Abhandlung des Hrn. Dr. A. Oberbeck, Professors in Halle a. S.

Güte, mir, nebst einem ausserordentlich reichen Material von Gephyreen, auch zwei Embryonen der erwähnten Frosch-Species anzuvertrauen. Die mikroskopische Untersuchung derselben hat nun gelehrt, dass die Excretionsorgane sich insofern abnorm verhalten, dass die Vorniere eine ungewöhnlich frühe Rückbildung erfährt, dass dagegen die Urniere sehr frühzeitig auftritt, vermuthlich in Folge der eigenthümlichen Athmung der Embryonen mittels des sehr grossen, blattartig verbreiterten und der äusseren Eihülle fest anliegenden Schwanzes. Auf den Gefässreichthum dieses Gebildes hatte schon Peters aufmerksam gemacht, und daraus auf seine Bedeutung als Athmungsorgan geschlossen.

Von den beiden Embryonen mass der eine 3 mm, der andere ältere $3^1/_2$ mm. Der erstere, den ich hier als Embryo *A* bezeichnen will, zeigte erst stummelförmige Anlagen der Extremitäten, während bei dem etwas grösseren Embryo *B* sogar schon die Zehen und Finger deutlich geschieden waren. Bei beiden Exemplaren stimmte der Schwanz in Bezug auf Grösse und Lage mit den Abbildungen überein, wie sie Peters in der Fig. 1 und 1a seiner Mittheilung gegeben hat.

Der vortrefflich conservirte jüngere Embryo *A*, den ich hier zunächst zur Sprache bringe, wurde nach erfolgter Färbung, Härtung und Einbettung in Paraffin in eine Serie Schnitte von $^1/_{60}$ mm zerlegt, und hierauf die Excretionsorgane in der Weise zur Anschauung gebracht, dass die mittels der Camera lucida projicirten Umrisszeichnungen aus entsprechend dicken Stücken Pappdeckel ausgeschnitten und in richtiger Orientirung aufeinander geklebt wurden. Die durch die geraden Schnittflächen des Pappdeckels bedingten, die Anschaulichkeit störenden Absätze wurden dann abgeglättet und mit Wachs ausmodellirt. Nach diesem Modell ist die Fig. 1 gezeichnet, jedoch unter gleichzeitiger Zuhilfenahme jener, mittels der Camera gewonnenen Umrisszeichnungen.

Die Vorniere.

Bekanntlich setzt sich die Vorniere der Amphibien zusammen 1. aus dem »primären Urnierengange« (Segmentalgange), welcher nach den übereinstimmenden Angaben Goette's[1], W. Mueller's[2] und Fuerbringer's[3] in einer rinnenartigen Ausstülpung des parietalen Blattes

---

[1] A. Goette. Untersuchungen über die Entwickelung des Bombinator igneus: Schultze's Archiv f. mikroskop. Anatomie. 5. Bd. 1869. S. 195, Taf. VI—VII. — Kurze Mittheilungen aus der Entwickelungsgeschichte der Unke; ebenda, 9. Bd. 1873, S. 396. — Die Entwickelungsgeschichte der Unke, 1875. S. 819 u. f.

[2] W. Mueller. Ueber das Urogenitalsystem des Amphioxus und der Cyclostomen: Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. 9. Band. Neue Folge. 2. Band, 1875. S. 94 u. f. Taf. IV—V. — Mueller führt hier zuerst den Namen »Vorniere« ein.

[3] M. Fuerbringer. Die Entwickelung der Amphibiennieren. Heidelberg, 1877. 8.

Der embryonale Excretionsapparat des kiemenlosen Hylodes martinicensis.

Von Emil Selenka
in Erlangen.

Hierzu Taf. II.

Die Hauptunterschiede zwischen Amphibien und Reptilien finden ihren prägnantesten Ausdruck, wie es scheint, in der veränderten Art der Athmung. Zugleich mit dem vollständigen Wegfall einer Kiemenathmung entwickelt sich bekanntlich bei den Reptilien erstens eine embryonale (im Dienste der Ernährung stehende) Hülle, das Amnios, dessen Entstehung vielleicht mit der bedeutenden Grösse der Reptilieneier in Beziehung gebracht werden kann, und zweitens wird ein hinterer Abschnitt des Darms, der auch schon bei den Anamnia zu erkennen ist, zur Allantois, zum embryonalen Athemorgan.

Mit diesen Verschiedenheiten geht eine andere organologische Hand in Hand. Nur bei den Anamnia findet sich eine embryonale Vorniere, während dieselbe bei den Amniota wesentlich nur noch in der ersten Anlage, und zwar als »primärer Urnierengang« oder »Segmentalgang« auftritt, aber nicht mehr als Excretionsorgan functionirt.

Aus diesen Thatsachen kann man den Wahrscheinlichkeitsschluss ziehen, dass Kieme und Vorniere in näherer Beziehung zu einander stehen, dass bei mangelnder Kiemenathmung auch die Vorniere schwinden müsse.

Für die Richtigkeit dieser Auffassung spricht die folgende Beobachtung.

Hr. Prof. Peters, welcher den Mangel der Kiemen bei den Embryonen von Hylodes martinicensis Tschudi entdeckte[1], hatte während meiner Anwesenheit in Berlin um Weihnachten 1881 die

[1] Monatsberichte der Berl. Akad. der Wissensch. 13. Nov. 1876. S. 709—713, Taf. 1.

oder kürzere Taschen und Anhänge abzweigen. Ferner stehen mit der Vorniere drei Peritonealcanäle in Verbindung, von denen die vorderen beiden jedoch schon mit einander zu verschmelzen begonnen haben.

Die Peritonealkanäle sind im Innern mit langen Wimperhaaren besetzt, wie man aus den mikroskopischen Präparaten mit grösster Deutlichkeit ersehen kann; diese Wimperung setzt sich auf die Ostien und deren nächste Umgebung fort, wie Fig. 1 *W* in der Aufsicht, Fig. 2 *W* im Durchschnitt veranschaulichen.

Was die Canäle oder Blindsäcke der Vornieren betrifft, so besteht deren Wandung aus einem flachen, nicht wimpernden Cylinderepithel und einer äusseren, spärliche Kerne enthaltenden Bindegewebshülle (Fig. 3 *B*). Das ganze Organ lagert in einem weiten Blutraum, welcher von vereinzelten Bindegewebsbalken durchzogen ist. Eine eigentliche Vornierenkapsel war noch nicht zu unterscheiden.

In den weiten Lumina dieser Blindsäcke fand ich reichliche Einlagerungen von theilweise zu grösseren Massen verklebten, geschichteten Körpern, die man offenbar für das feste Excret der Drüsenzellen zu halten hat (Guanin?). Auch im Vornierengange traf ich dergleichen Concremente vereinzelt an.

3. Der paarige Glomerulus (Fig. 1 u. 2 *gl*) nimmt, nach den übereinstimmenden Angaben der Autoren, seinen Ursprung im visceralen Blatte des Peritoneums, rückt sodann, unter allmäliger Volumenzunahme, zur Radix mesenterii hinauf und gelangt endlich anderseits mit der Aorta in Verbindung. Im vorliegenden Falle hat der Glomerulus schon eine beträchtliche Grösse erreicht: er ragt nach vorn (kopfwärts) bis zum hinteren Rande der vorderen Peritonealcommunication, und nach hinten über die letzte hinaus. Sein Inhalt besteht aus embryonalem Bindegewebe mit spärlich eingestreuten Kernen und einem Blutraume, welcher mit der Aorta in Verbindung ist. Aeusserlich zeigt er den typischen Belag mit rundlichen Epithelzellen, wodurch er ein granulirtes Aussehen erhält.

Pigmentzellen fanden sich weder in der Wandung der Peritonealcanäle, noch in den Glomerulis vor.

Die Urniere.

Aus den beiden, in die Radix mesenterii verstreichenden Urogenitalfalten knospen bei den Amphibien während des Larvenlebens eine Anzahl solider Stränge hervor, welche, wie Fuerbringer nachwies, sich alsbald zu geschlossenen Bläschen umbilden und nach bestimmten Gestaltveränderungen endlich mit dem Vornierengange (der von nun an auch den Namen Wolff'scher Gang oder »Urnierengang« trägt) in

des Peritoneums seine Entstehung nimmt, um sich sodann zum Canal abzuschnüren, dessen vorderer Theil, durch Bildung von Schlingen und Blindtaschen, zur Vorniere mit ihren drei (bei Urodelen zwei) Peritonealcommunicationen wird, während der hintere, längere Abschnitt, anfangs blind endigend, bald mit der hinteren Darmanschwellung (Allantois) in Communication tritt. 2. Mit dieser Vorniere in Beziehung gelangt später der von Johannes Mueller[1] entdeckte, von Bidder[2] zuerst richtig gedeutete paarige Glomerulus.

In dem von mir untersuchten jüngeren Embryo *A* zeigte die Vorniere und der Vornierengang eine relativ weit vorgeschrittene Ausbildung, wie aus folgender Beschreibung, sowie aus den Abbildungen Fig. 1—3 hervorgeht.

1. Die Vornierengänge verlaufen leicht gewellt und geschlängelt, bis zur Mitte ihrer Länge von vorn nach hinten convergirend, von da ab nahezu parallel. Jeder derselben mündet in den hinteren, im Querschnitt dreieckigen Abschnitt des Darmes, der füglich als Allantois bezeichnet werden kann. In seinem ganzen Verlaufe liegt der Vornierengang immer ganz nahe dem Peritoneum; sein Kaliber vergrössert sich ansehnlich gegen die hintere Mündung zu, wie die Fig. 1, welche sehr sorgfältig aus der Serie der Querschnitte construirt ist, veranschaulicht. In der hinteren, verbreiterten Partie erscheint der Gang in allen Schnitten stark abgeplattet.

2. Die Vorniere (Fig. 1 *V*) besteht hier aus einem S-förmig gekrümmten Canale *S*, von welchem drei grössere Blindsäcke (1, 2, 3) entspringen, und mit welchem ferner die drei Peritonealcommunicationen in directer oder indirecter Verbindung stehen. Goette[3] unterscheidet bei Bombinator igneus einen oberen, die Verbindungen mit der Bauchhöhle enthaltenden, und einen unteren, den Hauptabschnit des Organs bildenden Theil. Es verwandele sich die ganze Anlage endlich in einen dichtgewundenen Knäuel, der aber weder aus einer einzigen Röhre, noch aus einem »quastenförmigen« Bündel von Röhren bestehe, sondern eine eigenthümliche Verbindung beider Formen zeige. Bei dem Embryo *A* gleichen die Vornieren in ihren Verästelungen vielmehr einem mässig verzweigten Korallenstamme. Von dem S-förmig gekrümmten Hauptcanale entspringen lateralwärts drei, in der rechten Vorniere vier Blindsäcke (1, 2, 3), von denen sich wiederum längere

[1] Joh. Mueller, Ueber die Wolff'schen Körper bei den Embryonen der Frösche und Kröten, Meckel's Archiv f. Anatomie und Physiologie 1829, S. 65 u. f. Taf. III, Fig. 18—21.

[2] F. H. Bidder, Vergleichend-anatomische und histologische Untersuchungen über die männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. Dorpat, 1846. S. 58 und 71.

[3] Die Entwickelungsgeschichte der Unke, S. 821.

oder kürzere Taschen und Anhänge abzweigen. Ferner stehen mit der Vorniere drei Peritonealcanäle in Verbindung, von denen die vorderen beiden jedoch schon mit einander zu verschmelzen begonnen haben.

Die Peritonealkanäle sind im Innern mit langen Wimperhaaren besetzt, wie man aus den mikroskopischen Präparaten mit grösster Deutlichkeit ersehen kann; diese Wimperung setzt sich auf die Ostien und deren nächste Umgebung fort, wie Fig. 1 *W* in der Aufsicht, Fig. 2 *W* im Durchschnitt veranschaulichen.

Was die Canäle oder Blindsäcke der Vornieren betrifft, so besteht deren Wandung aus einem flachen, nicht wimpernden Cylinderepithel und einer äusseren, spärliche Kerne enthaltenden Bindegewebshülle (Fig. 3 *B*). Das ganze Organ lagert in einem weiten Blutraum, welcher von vereinzelten Bindegewebsbalken durchzogen ist. Eine eigentliche Vornierenkapsel war noch nicht zu unterscheiden.

In den weiten Lumina dieser Blindsäcke fand ich reichliche Einlagerungen von theilweise zu grösseren Massen verklebten, geschichteten Körpern, die man offenbar für das feste Excret der Drüsenzellen zu halten hat (Guanin?). Auch im Vornierengange traf ich dergleichen Concremente vereinzelt an.

3. Der paarige Glomerulus (Fig. 1 u. 2 *gl*) nimmt, nach den übereinstimmenden Angaben der Autoren, seinen Ursprung im visceralen Blatte des Peritoneums, rückt sodann, unter allmäliger Volumenzunahme, zur Radix mesenterii hinauf und gelangt endlich anderseits mit der Aorta in Verbindung. Im vorliegenden Falle hat der Glomerulus schon eine beträchtliche Grösse erreicht: er ragt nach vorn (kopfwärts) bis zum hinteren Rande der vorderen Peritonealcommunication, und nach hinten über die letzte hinaus. Sein Inhalt besteht aus embryonalem Bindegewebe mit spärlich eingestreuten Kernen und einem Blutraume, welcher mit der Aorta in Verbindung ist. Aeusserlich zeigt er den typischen Belag mit rundlichen Epithelzellen, wodurch er ein granulirtes Aussehen erhält.

Pigmentzellen fanden sich weder in der Wandung der Peritonealcanäle, noch in den Glomerulis vor.

Die Urniere.

Aus den beiden, in die Radix mesenterii verstreichenden Urogenitalfalten knospen bei den Amphibien während des Larvenlebens eine Anzahl solider Stränge hervor, welche, wie Fuerbringer nachwies, sich alsbald zu geschlossenen Bläschen umbilden und nach bestimmten Gestaltveränderungen endlich mit dem Vornierengange (der von nun an auch den Namen Wolff'scher Gang oder »Urnierengang« trägt) in

Communication treten, indem sie die Form von S-förmigen, verzweigten Hohlkörpern annehmen. — In unserm Embryo sind bereits 10 Urnierenbläschen vorhanden; fünf derselben, und zwar die hinteren, sind schon in Verbindung mit dem WOLFF'schen Gange gelangt, woraus zu schliessen, dass die hinteren die ältesten sind. Vor dem ersten Paare der Urnierenbläschen befindet sich noch die paarige Anlage zweier solcher in der Gestalt solider Urnierenstränge (Fig. 1 u, u'—u^{V}).

Um ein Maass für das relative Alter dieses Embryo's *A* zu geben, sei bemerkt, dass die Spinalnervenwurzeln in ihrer Anlage erst eben zu erkennen waren. Das Gehörbläschen war schon vollständig abgeschnürt und reichlich mit Gehörsand versehen.

Auffallend ist die Form des Rückenmarks. Dasselbe zeigt jederseits zwei seitliche, seiner ganzen Länge nach verlaufende Einschnürungen, welche dem Lumen durchweg die Gestalt eines Kreuzes geben (Fig. 2 *M*). Das Rückenmarkslumen des älteren Embryo's *B* stellt nur noch einen lothrechten Spalt dar; jedoch bemerkt man an Stelle der transversalen Schenkel jenes Kreuzes helle Streifen ohne oder mit nur unbedeutendem, distalen Lumen, woraus ich schliesse, dass das kreuzförmige Lumen nicht durch eine allmälige Ausgleichung in die Schlitzform übergeführt werde, sondern vielmehr durch Verwachsung der die seitlich gelegenen Hohlräume umschliessenden Theile des Rückenmarks zu Stande komme!

In Bezug auf den Excretionsapparat unterschied sich der ältere Embryo *B*, bei welchem die beiden Lungenbläschen, ferner deutlich geschiedene Finger und Zehen vorhanden waren, von dem jüngeren Embryo *A* durch folgende Punkte.

1. Die Vorniere ist viel kleiner geworden. Die Zahl ihrer Blindsäcke und Anhänge scheint nicht vermehrt zu sein, jedoch sind dieselben zu engeren Kanälen verjüngt, mit nahezu überall gleichem Lumen, und liegen eng zusammengepackt. Concremente waren nicht in ihnen vorhanden. Ueber den Glomerulus haben mir meine Schnitte keinen Aufschluss gegeben. Peritonealcommunicationen konnte ich nicht mehr auffinden.

Der Vornierengang verläuft nur wenig geschlängelt; sein Lumen ist vermindert. Die hintere Partie desselben, soweit sie als Urnierengang functionirt, stellt einen engen Canal dar von rundlichem Querschnitt.

2. Die Urniere hat sich vergrössert, die Zahl ihrer Canäle vermehrt, und das Organ ragt schon als compactes Gebilde frei in die Leibeshöhle vor.

Ueber diese Grössenverhältnisse geben folgende in Millimetern ausgedrückte Zahlen genaueren Aufschluss:

	Jüngerer **Embryo *A*** 3 mm lang.	Aelterer **Embryo *B*** $3^1/_2$ mm lang.
Vorniere { Länge	0.35	ca. 0.30
Vorniere { Breite	0.70	0.17
Grösste Breite des Vornierenganges	0.18	0.05
Länge der Urniere	0.80	0.17

Das Ergebniss der hier mitgetheilten Beobachtungen lässt sich kurz zusammenfassen und verwerthen wie folgt.

Die Embryonen von Hylodes martinicensis, welche der Kiemenathmung entbehren und in Vertretung derselben den Gasaustausch durch die Blutgefässe des blattartig ausgebreiteten Schwanzes bewerkstelligen, zeigen, im Vergleich mit anderen Amphibien, eine frühe Rückbildung der Vorniere, dagegen eine zeitige Ausbildung der Urniere. Beide Organe lösen sich in ihrer Function auch bei andern Amphibien ab, und zwar so, dass sie während einer kurzen Dauer gleichzeitig neben einander vorhanden und vermuthlich auch in Thätigkeit sind; doch scheint auch hier schon die Vorniere bei den Caducibranchiaten rascher zu schwinden als bei den Perennibranchiaten. Immerhin findet sich allgemein im Anfange des Larvenlebens, also noch zur Zeit des selbständigen Nahrungserwerbs, die Vorniere in wohlentwickeltem Zustande vor, während die Urniere erst nunmehr zur Entwickelung gelangt. Hylodes martinicensis verhält sich insofern abweichend, als hier die Vorniere schon während des Embryonallebens rückgebildet wird, um der Urniere schon früh zu weichen. Dass es sich bei den hier besprochenen Embryonen dieser Art aber wirklich nicht nur um eine aussergewöhnliche Verlängerung des Embryonallebens, sondern auch um eine vorzeitige rapide Entwickelung einzelner Organe, wie der Extremitäten, der Urniere, handelt, beweist das Verhältniss zur Ausbildung der übrigen Organe.

Wenn nun auch die Vorniere bei den Amphibien in inniger Abhängigkeit von den Kiemen steht, in deren unmittelbarer Nähe sie ja auch gelegen ist, so ist es doch wahrscheinlich, dass dieselbe auch zu der embryonalen Hautathmung in Beziehung stehe. Das Verhalten bei den Reptilien, wo die Vorniere überhaupt nicht mehr als Excretionsorgan zu functioniren scheint, wo aber gleichwohl eine embryonale Hautathmung angenommen werden muss, spricht nicht

Sitzungsberichte der Berl. Akad. d. Wiss. 1882. VIII.



E. Selenka: Embryonaler Secretor





…sapparat des Hylodes martinicensis

gegen diese Ansicht; denn bei den Reptilien liegen die Verhältnisse insofern anders, als hier der Embryo auf dem sehr grossen Dotter anfangs, ehe die Urniere gebildet ist, flach ausgebreitet liegt, so dass die Beseitigung der offenbar sich erzeugenden gelösten Verbrennungsproducte während des frühen Embryonallebens leicht auf dem Wege der Diffusion von Statten gehen dürfte, während aus den kleineren Eiern der Amphibien sich rasch ein Embryo formt, der wegen seiner mehr compacten und abgeschlossenen Form besonderer Organe und Leitwege behufs Ausstossung der Verbrennungsproducte bedarf, welche Function eben die Vorniere erfüllt.

Eine präcisere Lösung dieses Problems wird wohl erst gewonnen werden können, nachdem ein reicheres Beobachtungsmaterial zur Verfügung gestellt ist. Die Untersuchung anderer Amphibien, bei denen die Kiemenathmung reducirt oder ganz ausgeschaltet ist, wie bei Pipa americana, verspricht für die weiteren Speculationen einen sicheren Boden abzugeben.

Erklärung der Figuren.

Alle Figuren beziehen sich auf den jüngeren Embryo *A* von Hylodes martinicensis.

Fig. 1. Der ganze Excretionsapparat bei 100maliger Linearvergrösserung, von der Bauchseite gesehen.

A, Allantois.
C, stilförmige Communication der Allantois mit dem Darm.
gl, Glomerulus der Vorniere.
L, linke Vorniere.
P, Peritonealepithel.
R, rechte Vorniere.
S, *S*-förmige vordere Krümmung des primären Urnierenganges (Segmentalganges).
Vg, Vornierengang.
W, Wimperfeld des Peritonealepithels.
Z, Urogenitalstränge (Bildungsherde der Urnierenbläschen).
1, 2, 3, die drei Blindsäcke der Vorniere mit ihren Verzweigungen.
a, Einmündungen der Vornierengänge in die Allantois.
p', p'', p''', Mündungen der drei Peritonealcommunicationen in die Leibeshöhle.

u, Anlage der vorderen Urnierenbläschen in Form solider Stränge.
u'—*u*[V], Urnierenbläschen.
r, *r*, Einmündung der Urnierenbläschen in den Vornierengang (oder Urnierengang).

Fig. 2. Querschnitt durch den Embryo in der Höhe der zweiten Peritonealcommunication. Rechte und linke Seite der Figur sind verschiedenen Querschnitten entlehnt, entsprechend der etwas schiefen Lage der Schnittebenen.

C, Concremente im Lumen der Vornierencanäle.
Ch, Chorda dorsalis.
D, Dottersack.
Ep, Epithel, theilweise losgelöst.
J, Darm.
M, Rückenmark.
Mu, Muskelplatte.
N, hinteres blindes Ende des Munddarms.
PP, Pleuroperitonealhöhle.
R; Rückenmarkslumen, kreuzförmig.
Rm, Radix mesenterii.
S, obere Spinalnervenwurzeln.
S', untere Spinalnervenwurzeln.
V, *V*, Vorniere.
X, Anlage der vorderen Extremitäten.
a, Aorta.
gl, Glomerulus, mit Gefässlumen.
i, Seitentaschen des Rückenmarkscanals.
l, wandungslose Bluträume.
o, der Pfeil deutet den Ort an, an welchem sich später eine Bindegewebsbrücke bildet behufs temporären Abschlusses.
p, *p'*, Peritonealcommunicationen.
y, Subchorda (Subnotochord), welche nur noch in wenigen Schnitten sichtbar ist.

Fig. 3. Querschnitt durch die linke Vorniere.

B, Vornierencanäle.
K, Vornierenkapsel.
f, Concremente.
g, wandungslose Bluträume.
h, Bindegewebskapsel.

Ueber die Phasenunterschiede elektrischer Schwingungen.

Von A. OBERBECK
in Halle a. S.

---

1. Ablenkung des Elektrodynamometers durch die Wechselwirkung elektrischer Schwingungen von verschiedener Phase.

Wendet man bei einer WHEATSTONE'schen Brücke eine Stromquelle an, welche alternirende Ströme — elektrische Schwingungen — liefert, so sind die Bedingungen der Stromlosigkeit des Brückendrahts wesentlich andere, als bei constanten Strömen (vergl. V. WIETLISBACH Monatsber. der Berl. Ak. 1879, S. 280—283). Befindet sich z. B. in einem der vier Seitenzweige eine eng gewundene Spirale, während die drei übrigen Zweige aus metallischen Widerständen ohne Selbstinduction bestehen, so giebt es überhaupt keine Combination der Widerstände in den Seitenzweigen, durch welche der Brückenzweig stromlos gemacht werden könnte.

Als in diesem und in ähnlichen Fällen, wo nach der Theorie der Brückenstrom nicht verschwinden kann, wo auch ein Telephon im Brückenzweig stets deutlich tönte, das FROELICH-SIEMENS'sche Elektrodynamometer in der Weise angewandt wurde, dass die festen Rollen sich in demselben Zweig mit der Stromquelle befanden, die bewegliche Rolle aber im Brückenzweig, gelang es stets durch passende Veränderung eines einzigen der vier Seitenwiderstände, die bewegliche Rolle in ihre Nulllage zurückzuführen.

Diese im ersten Augenblick überraschende Erscheinung lässt sich folgendermaassen erklären.

Der durch die festen Rollen fliessende Wechselstrom sei:

$$i = a \cdot \sin \frac{\pi t}{T};$$

der durch die bewegliche Rolle fliessende Brückenstrom sei:

$$i' = a' \sin \left(\frac{\pi t}{T} - \varepsilon \right).$$

Bei schnellem Stromwechsel ist dann das Drehungsmoment der letzteren proportional mit:

$$\frac{1}{T}\int_0^T ii'dt = \frac{aa'}{2}\cos\varepsilon.$$

Wenn daher das Elektrodynamometer keine Ablenkung erfährt, so kann entweder die Amplitude des Brückenstroms Null sein, oder die Schwingungen in demselben haben eine Phasendifferenz von $\frac{\pi}{2}$ gegen die Schwingungen in dem anderen Zweig. Da bei den erwähnten Versuchen der erste Fall ausgeschlossen war, so bleibt nur der zweite Fall zur Erklärung derselben übrig.

In den folgenden Abschnitten 2 und 3 werden die Bedingungen hierfür aus der Theorie der Stromverzweigung abgeleitet. Abschnitt 4 enthält eine ausführlichere Mittheilung der hierüber angestellten Versuche.

2. Elektrische Schwingungen in einem verzweigten Leitersystem.

Hierbei sollen die folgenden Voraussetzungen gelten:

a) Das System besteht nur aus metallischen Leitern.

b) In jedem Zweig können sich Drahtrollen befinden, deren Inductionswirkung berücksichtigt wird. Dagegen soll keine Induction eines Zweiges auf einen anderen vorkommen.

c) Die Verzweigungspunkte des Systems können mit den Belegungen von Condensatoren verbunden sein. Hierbei mag allgemein angenommen werden, dass zu jedem Zweig ein besonderer Condensator gehört, dessen Belegungen mit den Endpunkten des Zweiges verbunden sind. Der Widerstand dieser Zuleitungen soll als verschwindend klein angesehen werden.

Bezeichnet man mit w den Widerstand, mit p das Selbstinductionspotential, mit i die Stromstärke eines Zweiges, mit c die Capacität des zugehörigen Condensators, so erhält man die folgenden, den Kirchhoff'schen Sätzen entsprechenden Grundgleichungen:

für jeden geschlossenen Stromkreis:

$$\sum\left\{p\frac{di}{dt}+wi\right\}=\sum E,$$

für jeden Verzweigungspunkt:

$$\sum\left\{i+c\frac{d}{dt}\left(p\frac{di}{dt}+wi\right)\right\}=0.$$

Es soll nun angenommen werden, dass nur in einem Zweig eine periodische, elektromotorische Kraft wirksam ist. Dieser Zweig heisse der Hauptzweig. Dann soll der Phasenunterschied der Schwingungen in irgend einem anderen Zweig gegen die Schwingungen im Hauptzweig ermittelt werden. Setzt man für die Stromstärke im Hauptzweig:

$$J = e^{\lambda t},$$

wo:

$$\lambda = \frac{\pi}{T}\sqrt{-1} = \beta\sqrt{-1},$$

und für irgend einen anderen Zweig:

$$i = k e^{\lambda t},$$

so sind die beiden allgemeinen Gleichungssysteme von der Form:

$$\Sigma (ka) = 0,$$
$$\Sigma (kb) = 0,$$

worin:

$$a = p\lambda + w, \quad b = 1 + c\lambda (p\lambda + w)$$

gesetzt ist. Für die Endpunkte des Hauptzweiges gelten die Gleichungen:

$$1 = \Sigma\, kb.$$

Die Grössen k sind im Allgemeinen complex. Ist also für irgend einen Zweig:

$$k = m + n\sqrt{-1},$$

so verschwindet der Strom in demselben, wenn gleichzeitig

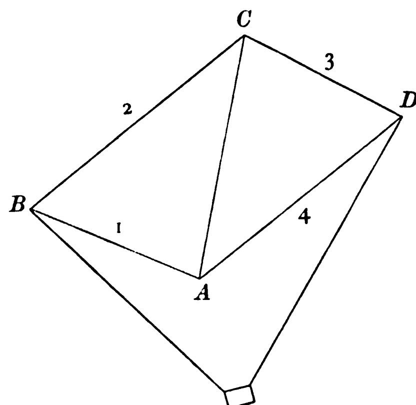
$$m = n = 0.$$

Der Phasenunterschied ε folgt aus der Gleichung:

$$tg\, \varepsilon = -\frac{n}{m}.$$

Beträgt derselbe $\frac{\pi}{2}$, so ist die Bedingung dafür:

$$m = 0.$$



Diese Rechnung soll auf die WHEATSTONE'sche Brücke angewandt werden. Bei derselben (s. die Figur) mögen die vier Seitenzweige durch die Nummern 1 bis 4 bezeichnet werden. Die Grössen: p, w, c, a, b, k erhalten die entsprechenden Zahlen als Indices. Der Diagonalzweig DB ist der Hauptzweig. Für den anderen Diagonalzweig AC, den Brückenzweig, sollen die Grössen p, w etc. ohne Index gelten. Einen zugehörigen Condensator

oder eine Inductionsrolle soll derselbe nicht haben. Also ist $p = c = 0$ zu setzen.

Die Berechnung von k ergiebt dann:

$$k = \frac{a_1 a_3 b_2 b_4 - a_2 a_4 b_1 b_3}{(a_1 b_2 + b_1 a_2)(a_3 b_4 + a_4 b_3) + w\{b_1 b_2 (a_3 b_4 + a_4 b_3) + b_3 b_4 (a_1 b_2 + b_1 a_2)\}}$$

Dieser Ausdruck ist auf die Form:

$$m + n\sqrt{-1}$$

zu bringen und:

$$m = 0$$

zu setzen.

3. Der Brückenstrom hat eine Phasendifferenz von $\frac{\pi}{2}$ mit dem Hauptstrom.

Die Rechnung soll nur für zwei einfache Fälle durchgeführt werden.

a) Das ganze System ist ohne Condensatoren. Nur Zweig 1 enthält eine Rolle, deren Inductionspotential p_1 ist, während:

c_1, c_2, c_3, c_4. p_2, p_3, p_4 Null sind.

Die Bedingungsgleichung lautet dann:

$$\beta^2 p_1^2 = \left(\frac{w_2 w_4}{w_3} - w_1\right)\left(w_1 + w_2 + \frac{w}{1 + \frac{w}{w_3 + w_4}}\right). \tag{1}$$

Sie kann durch passende Bestimmung der Widerstände: w_2, w_3, w_4 auf sehr verschiedene Weise erfüllt werden.

b) An Stelle der Inductionsrolle befinde sich ein Condensator, dessen eine Belegung mit A, die andere mit B verbunden ist. Seine Capacität ist c_1; w_1 kann als Widerstand der isolirenden Schicht des Condensators angesehen werden. Weitere Condensatoren oder Inductionsrollen sollen nicht vorhanden sein. Dann muss die Gleichung erfüllt werden:

$$\beta^2 c_1^2 = \left(\frac{w_3}{w_2 w_4} - \frac{1}{w_1}\right) \cdot \left(\frac{1}{w_2 + \frac{w}{1 + \frac{w}{w_3 + w_4}}} + \frac{1}{w_1}\right). \tag{2}$$

Bezieht man in den Gleichungen (1) und (2) die Capacitäten, Inductionspotentiale und die Grösse β, welche die Zeit enthält, auf absolute Einheiten *(mm, sec.)*, so sind die Widerstände auf die mechanische Einheit bezogen. Werden dieselben bei Versuchen zunächst nach Siemens'schen oder nach elektromagnetischen Einheiten gerechnet, so kann man die beiden Gleichungen benutzen, um das Verhältniss

der mechanischen und der elektromagnetischen Widerstandseinheit zu bestimmen.

4. Versuche.

Dieselben konnten zunächst nur in unvollkommner Weise ausgeführt werden, weil mir eine Stromquelle, welche elektrische Sinusschwingungen mit constanter Amplitude liefert, nicht zu Gebote stand. Es blieb mir daher nur übrig, elektrische Schwingungen nach der folgenden, zuerst von Hrn. Helmholtz angegebenen Methode zu erzeugen.

Der eine Pol eines Inductoriums war mit der inneren Belegung eines Condensators verbunden. Von dem anderen Pol führte eine Leitung durch das verzweigte System zu der äusseren Belegung. Bei dieser Anordnung löst sich jeder Inductionsstrom in eine Reihe von Sinusschwingungen auf. Die Dauer derselben hängt wesentlich nur von dem Potential der Inductionsrolle auf sich selbst *(P)* und von der Capacität des Condensators *(C)* ab, da:

$$T = \pi \sqrt{P \cdot C} \text{ ist.}$$

Aber die Amplituden nehmen schnell ab. Dadurch werden die Erscheinungen complicirter, als bisher angenommen wurde.

Man muss in diesem Falle setzen:

für die Stromstärke im Hauptzweig:

$$i = a e^{-\alpha t} \cdot \sin \beta t,$$

für den Brückenzweig:

$$i' = a' e^{-\alpha t} \sin (\beta t - \varepsilon).$$

Das Drehungsmoment der beweglichen Rolle in Folge jedes einzelnen Inductionsstosses ist daher proportional mit:

$$\int_0^\infty i i' dt = \frac{\beta a a' \{\beta \cos \varepsilon - \alpha \sin \varepsilon\}}{4\alpha (\alpha^2 + \beta^2)}$$

Dasselbe verschwindet, wenn:

$$tg\, \varepsilon = \frac{\beta}{\alpha}.$$

Nun ist zwar β stets erheblich grösser als α; aber die Bedingung, dass das Drehungsmoment für den Phasenunterschied $\frac{\pi}{2}$ verschwinden soll, ist doch nur annähernd richtig.

Ferner ist bei der Bildung der Gleichungen: $m = 0$, zu setzen:

$$\lambda = -\alpha + \beta \sqrt{-1},$$

Hierdurch erhält man für die Gleichungen (1) und (2):

$$(\alpha^2 + \beta^2) p_1^2 = g \cdot h + \alpha p_1 (h - g), \tag{3}$$

worin:

$$g = \frac{w_2 w_4}{w_3} - w_1, \quad h = w_1 + w_2 + \frac{w}{1 + \frac{w}{w_3 + w_4}}$$

oder eine Inductionsrolle soll derselbe nicht haben. Also ist $p = c = 0$ zu setzen.

Die Berechnung von k ergiebt dann:

$$k = \frac{a_1 a_3 b_2 b_4 - a_2 a_4 b_1 b_3}{(a_1 b_2 + b_1 a_2)(a_3 b_4 + a_4 b_3) + w \{b_1 b_2 (a_3 b_4 + a_4 b_3) + b_3 b_4 (a_1 b_2 + b_1 a_2)\}}$$

Dieser Ausdruck ist auf die Form:

$$m + n\sqrt{-1}$$

zu bringen und:

$$m = 0$$

zu setzen.

3. Der Brückenstrom hat eine Phasendifferenz von $\frac{\pi}{2}$ mit dem Hauptstrom.

Die Rechnung soll nur für zwei einfache Fälle durchgeführt werden.

a) Das ganze System ist ohne Condensatoren. Nur Zweig 1 enthält eine Rolle, deren Inductionspotential p_1 ist, während:

$c_1,\ c_2,\ c_3,\ c_4,\ p_2,\ p_3,\ p_4$ Null sind.

Die Bedingungsgleichung lautet dann:

$$\beta^2 p_1^2 = \left(\frac{w_2 w_4}{w_3} - w_1\right)\left(w_1 + w_2 + \frac{w}{1 + \frac{w}{w_3 + w_4}}\right). \qquad (1)$$

Sie kann durch passende Bestimmung der Widerstände: $w_2,\ w_3,\ w_4$ auf sehr verschiedene Weise erfüllt werden.

b) An Stelle der Inductionsrolle befinde sich ein Condensator, dessen eine Belegung mit A, die andere mit B verbunden ist. Seine Capacität ist c_1; w_1 kann als Widerstand der isolirenden Schicht des Condensators angesehen werden. Weitere Condensatoren oder Inductionsrollen sollen nicht vorhanden sein. Dann muss die Gleichung erfüllt werden:

$$\beta^2 c_1^2 = \left(\frac{w_3}{w_2 w_4} - \frac{1}{w_1}\right)\cdot\left(\frac{1}{w_2 + \frac{w}{1 + \frac{w}{w_3 + w_4}}} + \frac{1}{w_1}\right). \qquad (2)$$

Bezieht man in den Gleichungen (1) und (2) die Capacitäten, Inductionspotentiale und die Grösse β, welche die Zeit enthält, auf absolute Einheiten *(mm, sec.)*, so sind die Widerstände auf die mechanische Einheit bezogen. Werden dieselben bei Versuchen zunächst nach Siemens'schen oder nach elektromagnetischen Einheiten gerechnet, so kann man die beiden Gleichungen benutzen, um das Verhältniss

der mechanischen und der elektromagnetischen Widerstandseinheit zu bestimmen.

4. Versuche.

Dieselben konnten zunächst nur in unvollkommner Weise ausgeführt werden, weil mir eine Stromquelle, welche elektrische Sinusschwingungen mit constanter Amplitude liefert, nicht zu Gebote stand. Es blieb mir daher nur übrig, elektrische Schwingungen nach der folgenden, zuerst von Hrn. HELMHOLTZ angegebenen Methode zu erzeugen.

Der eine Pol eines Inductoriums war mit der inneren Belegung eines Condensators verbunden. Von dem anderen Pol führte eine Leitung durch das verzweigte System zu der äusseren Belegung. Bei dieser Anordnung löst sich jeder Inductionsstrom in eine Reihe von Sinusschwingungen auf. Die Dauer derselben hängt wesentlich nur von dem Potential der Inductionsrolle auf sich selbst (P) und von der Capacität des Condensators (C) ab, da:

$$T = \pi \sqrt{P \cdot C} \text{ ist.}$$

Aber die Amplituden nehmen schnell ab. Dadurch werden die Erscheinungen complicirter, als bisher angenommen wurde.

Man muss in diesem Falle setzen:
für die Stromstärke im Hauptzweig:

$$i = a e^{-\alpha t} \cdot \sin \beta t,$$

für den Brückenzweig:

$$i' = a' e^{-\alpha t} \sin (\beta t - \varepsilon).$$

Das Drehungsmoment der beweglichen Rolle in Folge jedes einzelnen Inductionsstosses ist daher proportional mit:

$$\int_0^\infty i i' dt = \frac{\beta a a' \{\beta \cos \varepsilon - \alpha \sin \varepsilon\}}{4\alpha (\alpha^2 + \beta^2)}$$

Dasselbe verschwindet, wenn:

$$tg\, \varepsilon = \frac{\beta}{\alpha}.$$

Nun ist zwar β stets erheblich grösser als α; aber die Bedingung, dass das Drehungsmoment für den Phasenunterschied $\frac{\pi}{2}$ verschwinden soll, ist doch nur annähernd richtig.

Ferner ist bei der Bildung der Gleichungen: $m = 0$, zu setzen:

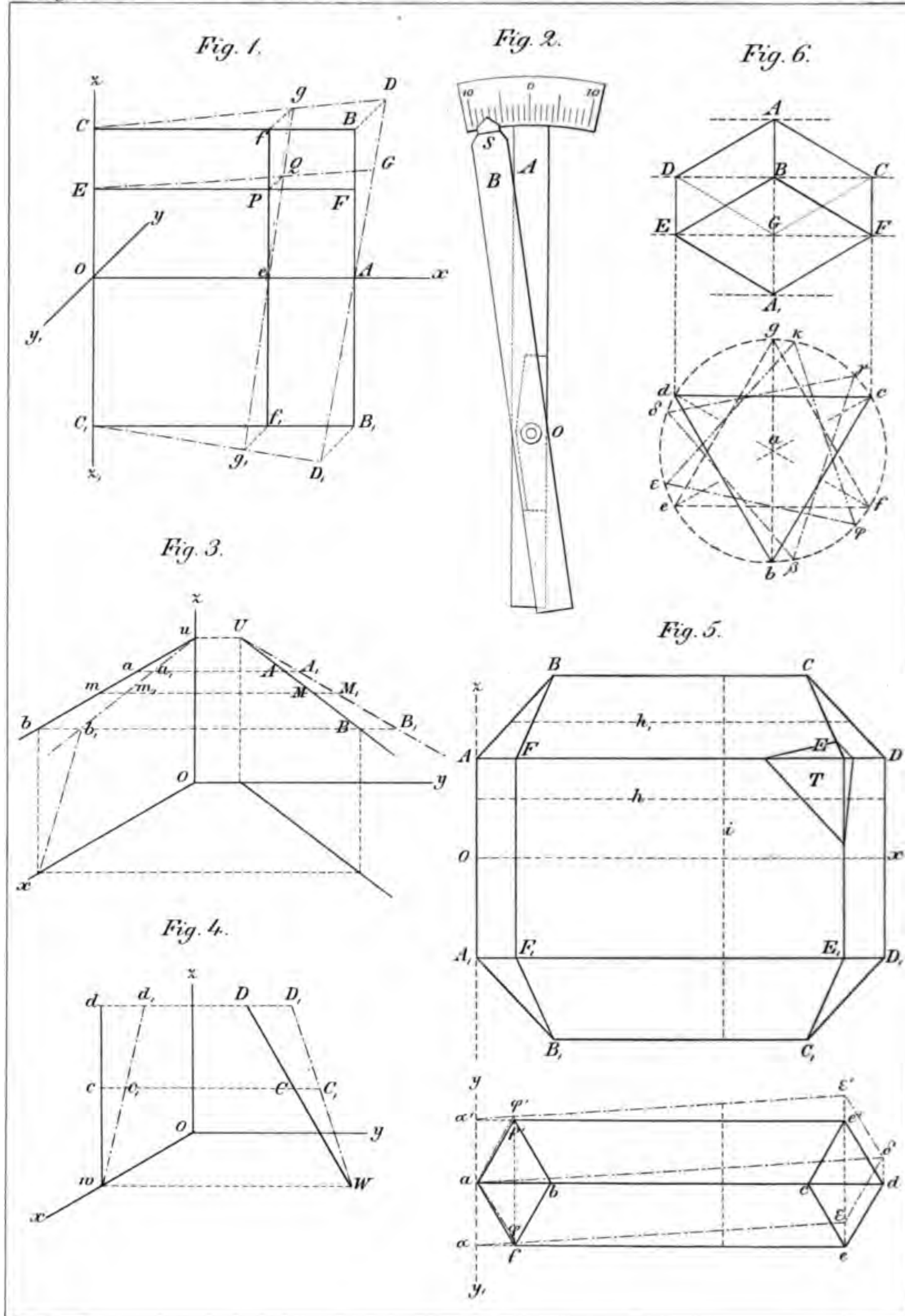
$$\lambda = -\alpha + \beta \sqrt{-1},$$

Hierdurch erhält man für die Gleichungen (1) und (2):

$$(\alpha^2 + \beta^2) p_1^2 = g \cdot h + \alpha p_1 (h - g), \tag{3}$$

worin:

$$g = \frac{w_2 w_4}{w_3} - w_1, \quad h = w_1 + w_2 + \frac{w}{1 + \frac{w}{w_3 + w_4}}$$



E. Reusch, Gewundene Bergkrystalle.

C. Laue lith.

Ueber gewundene Bergkrystalle.

Von E. Reusch
in Tübingen.

(Vorgelegt von Hrn. Websky am 12. Januar [s. oben S. 3].)

Hierzu Taf. III.

Der allgemeine Habitus der rechts und links gewundenen Bergkrystalle ist von Ch. S. Weiss in seiner klassischen Abhandlung[1] aus dem Jahre 1836 in so klarer Weise dargelegt worden, dass wir dieselbe für das Folgende fortwährend im Auge behalten müssen. Leider werden Messungen und Beobachtungen an diesen räthselhaften Gebilden ausserordentlich erschwert durch die Zusammengesetztheit und Vielköpfigkeit der meisten Stücke. An einer grösseren Zahl derartiger Krystalle, die mir mein College Hr. Prof. v. Quenstedt aus der hiesigen Universitätssammlung schon seit Jahren zur Verfügung gestellt hat, glaubte ich zwar, mit Hülfe einer später zu besprechenden Vorrichtung, gewisse Gesetzmässigkeiten der krummen Begrenzungsflächen erkannt zu haben; aber es fehlte die Sicherheit der Bestimmung. Nun spricht Weiss in einer Note (S. 189, Note 2) von schönen Exemplaren, die er in Zürich und Stuttgart in den öffentlichen Sammlungen gesehen habe, ehe er in näheres Verständniss dieser Gebilde eingedrungen war. Dieser Spur folgend erhielt ich in letzter Zeit durch die Güte meines Freundes, Hrn. Prof. Fraas, aus der königlichen Sammlung in Stuttgart einige gewundene Bergkrystalle und darunter einen vom Gotthard, ausgezeichnet durch seine Einfachheit. Hätte Weiss diesen Krystall nach dem Jahre 1836 wieder gesehen, so zweifle ich nicht, dass er die von seinem Freunde Dr. Hrn. Kayser (S. 200, Note 1) vermuthete Gesetzmässigkeit adoptirt und wohl auch die weiteren Consequenzen anerkannt hätte.

I.

Sofort in den ersten einleitenden Worten spricht Weiss seine Gedanken über die Entstehung der gewundenen Quarze aus; er denkt an die Existenz: »einer mechanischen Kraft der Drehung, vom Berg-

[1] Abhandlungen der königl. Akademie d. Wissensch. zu Berlin. 1838. S. 187—205.

krystall zufolge seiner inneren krystallinischen Beschaffenheit auf bestimmte Weise während seines Fortwachsens ausgeübt auf die an ihn anwachsende Bergkrystallmasse«.

Ich habe mich vergeblich bemüht, mir von dieser eigenthümlichen Kraft eine Vorstellung zu bilden; ohne Zweifel vermag jeder wachsende Krystall auf die ihn umgebenden Theilchen seiner Lösung unter Anderem auch orientirende drehende Wirkungen auszuüben, aber die entstehenden Krystallflächen sind im Allgemeinen eben. Ferner wird man fragen, wie es komme, dass die grössere Mehrzahl der Quarze ebene Flächen besitzt.

Gewundene Bergkrystalle sind einmal ausserordentliche Gebilde, bei deren Entstehung besondere Umstände obgewaltet, besondere äussere Kräfte mitgewirkt haben müssen, und unsere Aufgabe wird darin bestehen, diesen Besonderheiten nachzugehen.

Indem ich in dieser Richtung einen Versuch wage, bin ich mir gar wohl bewusst, dass ich mich auf sehr unsicherem Boden bewege, dass die Annahmen und Voraussetzungen, die ich in nicht geringer Zahl zu machen veranlasst bin, nicht dazu angethan sind, sofort der Zustimmung der Sachverständigen sich zu erfreuen; wenn aber hierdurch die Frage über die vielen Räthsel des Quarzes überhaupt in Fluss und Bewegung gebracht werden sollte, so hätte ich meinen Hauptzweck erreicht, gleichgültig, was von meinen Aufstellungen weiterhin sich als annehmbar oder als unhaltbar erweisen sollte.

Ich denke mir einen grösseren Hohlraum im Gebirge, welcher durch Kanäle oder Spalten einerseits mit einem tiefer liegenden Reservoir, andrerseits mit höher liegenden, vielleicht bis zur Erdoberfläche reichenden Partieen in Verbindung steht. Das Reservoir liefere einen die Kanäle und den Hohlraum erfüllenden heissen Strom von kieselerdehaltiger Flüssigkeit, den wir uns vorerst als aufsteigend denken wollen. Im Hohlraum selber wird die fortschreitende Bewegung mässig sein, dagegen wird sich in ihm die Flüssigkeit im Allgemeinen in wirbelnder Bewegung befinden, deren Drehrichtung abhängen wird von der gegenseitigen Lage der Ein- und Ausmündungsstellen am Hohlraum. Bei absteigendem Strom wird diese Drehrichtung wohl die entgegengesetzte werden. Ausserdem kann der Hauptwirbel, durch zufällig in den Hohlraum hineinragende unregelmässige Vorsprünge, in verschiedene Partialwirbel zerlegt werden. — Angenommen, es treffen nun diejenigen Umstände der Temperatur und des chemischen Zustands der Lösung zusammen, bei welchen krystallinische Absonderung möglich ist, so kann es sich treffen, dass, wie bei gefrierendem Wasser, unter andern Gebilden, auch dünne und breite, zunächst ebene Lamellen von den Wänden des Hohlraums gegen das Innere desselben anschiessen.

Wahrscheinlich werden wir uns aber unter einer solchen Lamelle wohl nicht ein sofort starres Gebilde zu denken haben, sondern eine Tafel, welche vielleicht schon während des Anschiessens, noch mehr aber unter der anhaltenden Wirkung des Wirbelstroms eine gewisse, durch die Structur der krystalloidischen Lamelle bedingte, krummflächige Deformation im Sinne des Wirbels kann erfahren haben.

Der Ansatz weiterer Masse an die deformirte Lamelle erfolgte nun unter der orientirenden Wirkung der gekrümmten Lamelle auf die herantretenden Quarztheilchen; jede neue Schichte wurde das Abbild der deformirten Urlamelle, und bei wachsender Dicke konnten noch weitere secundäre, ebenfalls gekrümmte Begrenzungsflächen am Rande der Lamelle hinzukommen.

II.

Der weitere Schritt, den wir zu thun haben, besteht nun darin, dass wir uns von der Art, wie eine einzelne Lamelle deformirt wird, ein Bild zu machen suchen. Hierzu liefert aber die plastische Darstellung von Weiss und die Anschauung einfacher, regelmässig gewundener Quarze ausreichende Anhaltspunkte.

In der Figur 1 soll das Rechteck BCC_1B_1 eine Lamelle vor der Deformation vorstellen; die jen- und diesseitige Fläche derselben entspreche einem Flächenpaar der »breitgewordenen sechsseitigen Säule«; die Seiten CC_1 BB_1 seien parallel der Hauptaxe, die erstere CC_1 am Innern des Hohlraums angewachsen, die letztere BB_1 frei in die Flüssigkeit hineinragend. Die Seiten CB C_1B_1 entsprechen den Kanten zwischen den breiten Säulenflächen und den darauf gesetzten breiten Zuspitzungsflächen, oder der Schnittlinie der letzteren. Endlich sei die Mittellinie OAx der Lamelle zugleich die Axe des Flüssigkeitswirbels, welcher für einen Beobachter, der mit den Füssen in O, mit dem Kopfe bei A steht, der Lamelle eine rechtsgewundene Deformation zu ertheilen strebt.

In Betreff der Deformation der Lamelle mögen folgende zwei Annahmen gemacht werden:

1. Die Verschiebung irgend eines Punkts der Lamelle stehe senkrecht zur Ebene der Lamelle und sei oberhalb der Mittellinie OA im Sinne der positiven y, unterhalb entgegengesetzt gerichtet;
2. Die Verschiebung eines Punktes der Lamelle sei proportional sowohl dem Abstand dieses Punktes von der angewachsenen festen Kante CC_1, als dem Abstand von der Mittellinie OA.

Sind daher BD B_1D_1 die mit Oy parallelen, gleichen und entgegengesetzten Verschiebungen der Punkte B und B_1 und zieht man

die Geraden $CD\ C_1D_1\ DAD_1$, so sind das die durch Deformation von $CB\ C_1B_1\ BAB_1$ entstandenen Linien; denn alle Punkte von CB haben gleichen Abstand von OA und ihre Verschiebungen sind proportional den Abständen von CC_1; und alle Punkte der Kante BAB_1 haben einerlei Abstand von CC_1 und ihre Verschiebungen sind proportional ihrem Abstand von OA oder von A. Ferner entspricht jeder mit OA parallelen Geraden, wie EF_1 eine transformirte Gerade EG, die wir erhalten, indem wir durch F_1 parallel mit BD_1 die Gerade FG bis an AD ziehen und G mit E verbinden; ebenso transformirt sich die mit CC_1 parallele Gerade fef_1 in die Gerade geg_1, wo fg parallel mit BD bis an CD gezogen ist. Die gekrümmte Fläche kann daher auf zweierlei Art durch eine bewegliche Gerade erzeugt werden: einmal indem man EG an den Geraden CC_1 und DD_1 so hingleiten lässt, dass EG immer parallel bleibt der horizontal gedachten Ebene xOy; das anderemal indem man geg_1 an Ox und CD so hinführt, dass sie mit der vertikalen Ebene zOy parallel bleibt. Durch jeden Punkt Q der gekrümmten Lamelle gehen daher zwei gerade Erzeugungslinien EG und eg, welche einen um so spitzigeren Winkel GQg mit einander machen, je weiter Q von den beiden Axen Ox und Oz absteht. Die Fläche selber ist ein hyperbolisches Paraboloid mit der Besonderheit, dass die zwei durch den Scheitel O gehenden Erzeugungslinien Ox und Oz senkrecht auf einander stehen, während im Allgemeinen dieser Winkel von 90° verschieden ist.

Wir bezeichnen mit $a = OA$, $c = OC$ die Coordinaten des Punktes B, welcher die Verschiebung $BD = v$ erfahren habe; analog seien $x = Oe$, $z = OE$ die Coordinaten eines beliebigen Punktes P, dessen Verschiebung $PQ = y$ sei. Sofern P auf EF liegt und F die Verschiebung $FG = \frac{vz}{c}$ erfährt, so hat man zur Bestimmung von PQ die Proportion:

$$PQ : FG = EP : EF = x : a;$$

folglich ist

$$(A)\quad PQ = y = \frac{v}{ac}\,xz.$$

Denselben Werth für PQ würde man erhalten haben, wenn man P als auf ef liegend angenommen hätte. Die Gleichung (A) ist einerseits der analytische Ausdruck für die oben gemachten Annahmen (1) und (2), andererseits die Gleichung der deformirten Lamelle, sofern sie für jeden Punkt (xz) der ursprünglichen Lamelle das zugehörige y liefert. — Statt der drei Grössen $a\ c\ v$ kann man noch eine einzige einführen: bedeutet nämlich v_1 die Verschiebung eines Punktes, der von den Axen Ox und Oz je um die Längeneinheit absteht, so erhält

man durch Substitution der Werthe $x = 1$, $z = 1$, $y = v_1$ in die obige Gleichung,

$$(A_1) \quad v_1 = \frac{v}{ac}, \; y = v_1 xz.$$

Die Grösse von v_1 wird abhängen von der Steifigkeit der ursprünglichen Lamelle und von der Intensität des Wirbels, somit verschieden sein an verschiedenen Individuen.

Wir betrachten noch das Gesetz, nach welchem sich die Richtung von EG beim Fortschreiten nach Oz, und die Richtung von eg beim Fortschreiten längs Ox ändert. Es sei $OE = z$ die Höhe von EG über xOy; $OE_1 = z + h$ die Höhe einer zweiten E_1G_1 (in der Figur nicht verzeichnet); für den Winkel von EG mit EF findet man leicht: $tang\, FEG = v_1 z$; für den Winkel von E_1G_1 mit E_1F_1, $tang\, F_1E_1G_1 = v_1 (z + h)$, somit, durch Subtraction, die von z unabhängige Gleichung:

$$(B) \quad tang\, F_1E_1G_1 - tang\, FEG = v_1 h.$$

Für die Linie eg sei $Oe = x$, $Oe_1 = x + i$; dann ist, in analoger Weise: $tang\, feg = v_1 x$, $tang\, f_1e_1g_1 = v_1 (x + i)$, so dass die von x unabhängige Relation

$$(B_1) \quad tang\, f_1e_1g_1 - tang\, feg = v_1 i$$

sich ergiebt. Setzt man vollends $h = i$, so ersieht man, dass das Gesetz der Richtungsänderung für beide Arten von Erzeugungslinien dasselbe ist, nur wird die Drehung von EG einem Beobachter auf Oz (Fuss in O) als linke, die Drehung von eg einem Beobachter auf Ox als rechte erscheinen.

Wenn die breiten Säulenflächen eines gewundenen Quarzes als das Abbild der deformirten Urlamelle angesehen werden können, so sind wohl auch an ihnen die fraglichen Gesetzmässigkeiten zu erkennen. Die Existenz zweier nahe rechtwinkliger Systeme von geraden Erzeugungslinien ist an jedem wohl gebildeten, einfachen Individuum mit Hülfe eines scharfkantigen Lineals mit genügender Sicherheit zu erkennen. Das System der EG ist an den meisten Krystallen durch geradlinige Streifungen angezeigt. Der früher erwähnte Krystall der Stuttgarter Sammlung zeigt im Sinne der eg feine Andeutungen einer im reflectirten Lichte erkennbaren Streifung, während an zusammengesetzten Exemplaren diese Richtung durch das Hervortreten einzelner Säulenkanten markirt ist. Die kleinen mit dem Lineal erkennbaren Abweichungen der eg von einer Geraden erklären sich, am Stuttgarter Krystall, mit der weniger regelmässigen Ablagerung der Masse in der Nähe der Kanten zwischen den breiten Säulenflächen und den Zuspitzungsflächen, besonders den zwei kleineren. Es kann das zusammenhängen mit secundären Wirbeln des um die scharfen Kanten umbiegenden Hauptwirbels. Es ist aber auch denkbar, dass diese

kleinen Abweichungen herrühren von Contractionen, welche das wohl nicht vom Anfang an starre Gebilde in späterer Zeit erfahren hat.

Das in den Gleichungen (B) und (B_1) enthaltene Gesetz der Richtungsänderung der zwei Arten von Erzeugungslinien möge angewendet werden auf den Fall, dass die Winkel FEG, feg und ihre, einem gleichen Zuwachs des Fortschreitens ($h = i$) entsprechenden Winkel $F_1E_1G_1$, $f_1e_1g_1$ als ziemlich klein angesehen werden dürfen, was erlaubt ist, wenn die EG nahe bei Ox, die eg nahe bei Oz liegen, also auch $h = i$ von mässiger Grösse ist. Indem wir alsdann die Bögen im Kreise vom Halbmesser Eins statt der Tangenten setzen und die Differenz der Bögen mit Δ bezeichnen, erhalten wir die genäherte Relation:

$$(B_2) \quad \Delta = \pm v_1 h$$

wo das obere Zeichen sich auf die Drehung von eg, das untere auf die von EG bezieht.

Das Winkelmaass des Bogens Δ kann aber mit Hülfe einer einfachen Vorrichtung (Fig. 2) gefunden werden: zwei scharfkantige Lineale A und B sind durch ein Klötzchen mit parallelen Flächen in einem constanten Abstand von $1^{\text{cent.}}$ gehalten; das Lineal A ist mit dem Klötzchen fest verbunden, das Lineal B ist mit leichter Reibung um eine Axe O drehbar, welche senkrecht zur Breite der Lineale im Klötzchen festsitzt. Lineal A enthält am Ende eine Gradeintheilung, während vom Ende des Lineals B eine Spitze S zu der Theilung hinabreicht. Applicirt man die Lineale an eine ebene Glastafel, so weist die Spitze auf den Nullpunkt der Theilung; bringt man dieselben aber mit ihren scharfen Kanten in Contact mit den Erzeugungslinien des Systems EG oder eg, was durch einen passenden Druck auf das Klötzchen leicht geschieht, so liest man an der Theilung das Winkelmaass der Verdrehung ab.

An dem Stuttgarter Krystall fand ich, wo ich auch den Apparat anlegen mochte, den Verdrehungswinkel nahe gleich $\pm 2° 30'$; für ihn ist, wenn $h = i = 1^{\text{cent.}}$ gesetzt wird, $v_1 = 0.044^{\text{cent.}}$ An verschiedenen Krystallen der hiesigen Sammlung fand ich durchweg grössere Verdrehungswinkel, die von $4°$ bis auf $6°$ anstiegen.

Das hyperbolische Paraboloid mit den zwei im Scheitel O sich rechtwinklig kreuzenden Erzeugungslinien, bestimmt durch den einzigen Parameter v_1 (positiv für rechts gewundene, negativ für links gewundene), dürfte somit diejenige Fläche sein, welcher die Urlamelle bei der Deformation um so näher kommt, je einfacher und regelmässiger diese anfangs war. Von Wichtigkeit scheint mir namentlich die Veränderlichkeit des Parameters v_1, dessen Werth nach meiner Auffassung von zufälligen anfänglichen Umständen abhängt, während er wohl constant sein würde, wenn es sich um eine im Quarz selber liegende

mechanische Kraft der Drehung handelte. Sicher existiren noch viele einfach gebildete, gewundene Quarze, die eine gute Messung zulassen, und wäre es vielleicht angemessen, den von mir improvisirten Windungsmesser etwas zu verfeinern und Bestimmungen an einer grösseren Zahl von Krystallen zu machen.

III.

Während wir uns bisher in der Hauptsache nur mit einer Lamelle beschäftigt haben, denken wir uns jetzt zu beiden Seiten der Urlamelle, in gleichen unendlich kleinen Abständen, zahllose weitere Lamellen angefügt, welche ihr parallel, anfangs eben waren, nun aber alle nach Art der Urlamelle deformirt worden seien. Jeder Punkt B (Fig. 3) einer ursprünglich ebenen Seitenlamelle erleidet somit eine Verschiebung, welche nach Richtung und Grösse übereinstimmt mit der Verschiebung bb_1, welche der entsprechende Punkt b der Urlamelle erfahren hat.

a) Wir betrachten zuerst (Fig. 3) eine beliebige Gerade AB, gelegen in einer zur Hauptaxe Oz senkrechten Ebene. Der Einfachheit halber mag in Folgendem Oz immer vertikal gedacht werden, so dass die Ebene, in welcher AB liegt, als horizontal zu bezeichnen ist. Die Projection von AB auf xOz sei die mit Ox parallele Gerade ab. Die einzelnen Punkte von AB gehören zu verschiedenen seitlichen Lamellen; da aber die Vorschiebungen dieser Punkte übereinstimmen mit denen der entsprechenden Punkte von ab, so wird man ab bis an die Hauptaxe in u verlängern, in b die mit Oy parallele Verschiebung bb_1 auftragen und ub_1 ziehen. Verlängert man ebenso AB bis zum Schnitt U mit yOz, macht $BB_1 = bb_1$, und zieht UB_1, so sieht man unmittelbar, dass $AA_1 = aa_1$, und für einen beliebigen Punkt M von AB, $MM = mm_1$ die den Punkten A und M entsprechenden Verschiebungen sind. Die horizontale Gerade UAB geht daher durch die Deformation über in die ebenfalls horizontale UA_1B_1. Denkt man sich ferner in derselben durch u gehenden Horizontalebene eine zweite mit AB parallele Gerade, so verwandelt sich diese in eine mit A_1B_1 parallele Gerade derselben Ebene, was man leicht findet, wenn man sich das Dreieck UBB_1 in diese Ebene längs uU parallel verschoben denkt.

b) Analoges findet man für eine Gerade WCD_1 (Fig. 4), welche in einer zu Ox senkrechten Ebene Wwd liegt; sie verwandelt sich in eine Gerade WC_1D_1, wo $DD_1 = dd_1$ die Verschiebungen der sich entsprechenden Punkte D und d sind. Ebenso ersieht man (durch Parallel-Verschiebung des Dreiecks WDD_1 längs Ww), dass parallele Gerade von der anfänglichen Richtung CD, alle enthalten in der ver-

tikalen zu Ox senkrechten Ebene Wwd, sich verwandeln in ein System paralleler Geraden von der anderen Richtug C_1D_1.

Um von dem unter a) und b) Gesagten eine Anwendung zu machen, wollen wir das ursprüngliche Aggregat von Lamellen in folgender Weise begrenzt denken: in Fig. 5 sei $ABCDD_1 \ldots A_1$ der Mittelschnitt einer hexagonalen Säule mit pyramidaler Zuspitzung; die Säulenfläche FE_1 und ihre Gegenfläche seien breit, so dass die ihnen aufgesetzten Pyramidenflächen sich in den horizontalen Kanten $BC\ B_1C_1$ schneiden. Die vertikale Kante AA_1 sei fest und die auf ihrer Mitte senkrechte Ox sei die Axe des Wirbels. Nachdem sowohl der als Urlamelle betrachtete Mittelschnitt, als alle seitlichen Lamellen die in II beschriebene Deformation erfahren haben, denken wir uns das deformirte Gebilde durch Horizontalebenen hh_1 in beliebiger Höhe über oder unter O durchschnitten, und werden dann nach a) sagen können, dass alle Schnittlinien mit den gekrümmten Flächen sowohl der Säule als der Pyramiden gerade Linien sein werden, und dass überdies in den so erhaltenen Sechsecken die gegenüberliegenden Seitenpaare parallel sind, wie vor der Deformation. Insbesondere bleiben die Horizontalkanten BC_1 $AF\ FE_1\ ED$ u. s. w. horizontal und gerade.

Durchschneiden wir dasselbe Gebilde mit Ebenen i senkrecht zu Ox, so gilt, nach dem unter b) Gesagten, wörtlich das Gleiche von den Schnittlinien und den Sechsecken. — Die in der Ebene xOz verzeichnete Projection des ursprünglichen Gebildes ist zugleich die Projection des deformirten Gebildes; wie aber in der horizontalen Ebene xOy die Projection eines deformirten Horizontalschnitts gefunden werden kann, mag an dem Schnitte $AFED$ gezeigt werden: senkrecht zu ad (Projection von AD) trage man in d die Verschiebung $d\delta$ auf, wie sie der Punkt D erfährt, ziehe $a\delta$ und lege durch die Punkte $\alpha\ \alpha_1$, in welchen ay von den verlängerten $ef\ e'f'$ getroffen wird, Parallelen mit $a\delta$; bestimmt man endlich die Schnitte $\varepsilon\ \varphi\ \varphi'\ \varepsilon'$ dieser Parallelen mit den Geraden $ee'\ ff'$, so ist $\alpha\varphi\varepsilon\delta\varepsilon'\varphi'$ das deformirte Sechseck. — Die Horizontalprojectionen der Pyramidenkanten sind aber gekrümmt, wie man leicht findet, wenn man zunächst nur die Kanten AB und CD des Mittelschnitts bei der Deformation verfolgt, und dann das am Anfang dieses Paragraphen Gesagte im Auge behält.

Ohne Zweifel haben Hrn. Dr. Kayser, welchen Weiss in seiner Abhandlung S. 200 Note 1 erwähnt, die unter a) und b) angegebenen Gesetzmässigkeiten theilweise oder vollständig vorgeschwebt, sonst hätte er wohl kaum diese seltsamen Gestalten mit so grosser Geschicklichkeit nachbilden können. Der stuttgarter Krystall lässt, wie ich glaube, die fraglichen Gesetze in so befriedigender Weise erkennen,

dass ich, trotz der abweichenden Ansicht von Weiss, nicht an ihrer Zulässigkeit zweifele, ja einer Bestätigung derselben an anderen guten Exemplaren sicher entgegensehe. Zwar sind an jenem Krystall die Kanten BC, B_1C_1 etwas verletzt, da es den Anschein hat, als ob ein früherer barbarischer Besitzer dieses schöne Object als Feuerstein benützt hätte; aber doch ist kein Zweifel über die Geradlinigkeit dieser Kanten. Ebenso sind die Kanten FE F_1E_1 DD_1 schön gerade; und wenn man die Kanten BC B_1C_1 beide horizontal stellt, so laufen auch die Streifen auf den schmalen Säulenflächen säuberlich horizontal.

c) Weiter ist noch von Interesse zu erfahren, in welcher Weise sich eine beliebige Ebene, welche durch das ursprüngliche Lamellensystem gelegt ist, durch die Deformation gestaltet. Der Instinct wird wohl ein hyperbolisches Paraboloid vermuthen, aber schwerlich das überraschend einfache Resultat der analytischen Untersuchung errathen. Die Gleichung der Ebene sei:

$$(1) \quad \frac{x}{l}+\frac{y}{m}+\frac{z}{n}=1;$$

vor der Deformation seien x_1 y_1 z_1 die Coordinaten eines Punkts der Ebene, nachher ξ η ζ. Alsdann hat man nach II. 1. 2. und nach der allgemeinen Bemerkung am Anfang dieses Paragraphen die Relationen:

$$(2) \quad \xi=x_1 \quad \zeta=z_1 \quad \eta=y_1+\upsilon_1\xi\zeta.$$

Setzt man die hieraus folgenden Werthe von $x_1 y_1 z_1$ in die Gleichung der Ebene (1), so erhält man als Gleichung der deformirten Ebene:

$$(3) \quad \frac{\xi}{l}+\frac{\eta}{m}+\frac{\zeta}{n}-1=\frac{\upsilon_1}{m}\xi\zeta,$$

in welcher man schon das hyperb. Paraboloid erkennt. Bezieht man aber diese Fläche auf ein neues Coordinatensystem, dessen Axen parallel sind denen des alten vom Ursprung O, sind ferner α β γ die Coordinaten des neuen Ursprungs O_1 und ξ_1 η_1 ζ_1 die Coordinaten eines Flächenpunkts im neuen System, so hat man:

$$(4) \quad \xi=\alpha+\xi_1, \quad \eta=\beta+\eta_1, \quad \zeta=\gamma+\zeta_1.$$

Nachdem diese Werthe in (3) substituirt sind, findet man durch leichte Rechnung, dass in der entwickelten Gleichung sowohl das constante Glied, als die mit den ersten Potenzen von ξ_1 und ζ_1 behafteten Glieder verschwinden, wenn man die Coordinaten von O_1 durch die Gleichungen:

$$(5) \quad \alpha=\frac{m}{n\upsilon_1}, \quad \beta=m\left(1-\frac{2m}{ln\upsilon_1}\right), \quad \gamma=\frac{m}{l\upsilon_1}$$

bestimmt. Die Flächengleichung reducirt sich hierdurch auf:

$$(6) \quad \eta_1=\upsilon_1\xi_1\zeta_1.$$

Das ist aber nach II (A_1) die Gleichung der deformirten Urlamelle. Verschiebt man daher das der Urlamelle entsprechende

hyperb. Paraboloid parallel mit sich selbst längs der durch die Gleichungen (5) bestimmten Strecke OO_1, so nimmt es in der Stellung O_1 die deformirte Ebene vollständig in sich auf; oder umgekehrt: verschiebt man die deformirte Ebene parallel mit sich selber von O_1 nach O, so legt sie sich vollständig auf die deformirte Urlamelle. Hiernach beherrscht das hyperb. Paraboloid der Urlamelle alle als ursprünglich eben vorausgesetzten Grenzflächen eines Gebildes nach einem einfachen Gesetze.

An dem Stuttgarter Krystall sind die zwei grossen Zuspitzungsflächen auf's Schönste entwickelt, so dass der Windungsmesser mit Sicherheit nach den zwei Systemen von Erzeugungslinien angelegt werden konnte; ich fand, wie auf den breiten Säulenflächen, eine Verdrehung von $\pm 2° 30'$ und bekenne, dass mich dieses unerwartete Resultat zur Auffindung des obigen Gesetzes hingeleitet hat. Auf den kleinen freien Säulenflächen kann man das Instrument wenigstens längs den Horizontalstreifen anlegen, und findet dann dieselbe gleichsinnige Verdrehung von $2° 30'$ wie auf den breiten Säulenflächen.

IV.

Die Deformation der Urlamelle (Fig. 1) konnte nicht erfolgen ohne dass in den etwas gestreckten und in diesem Zustand fest gewordenen Linien CD, AD, EG, AG u. s. w. bleibende Spannungen hervorgerufen wreden, welche sich, wohl unter Mitwirkung des Wirbels, der Reihe nach auf die seitlich angelagerten Lamellen übertrugen. Insbesondere wurden sich in den Linien DAD_1, geg_1 Spannungen entwickelt haben, welche in gleichen Abständen von der neutralen Linie Ox gleich und entgegengesetzt sind. Hiermit möchte ein charakteristischer Sprung am Stuttgarter Krystall zusammenhängen, welcher sich etwa von der Mitte der äussersten freien Säulenkante DD_1 (Fig. 5) senkrecht zu ihr in den Krystall hineinzieht. Es scheint sogar als ob in der wellenförmigen Mittellinie des Sprungs die neutrale Axe Ox angedeutet wäre. Wahrscheinlich haben sich in diesem Sprung, sei es beim Feuerschlagen, sei es in Folge eines Falls auf harten Boden, die inneren Spannungen gelöst, denn eine directe Verletzung der Kante ist nicht zu erkennen.

Weiss (Abh. S. 188, 189) hat zuerst den Zusammenhang erkannt, der zwischen der Windungsrichtung und dem so auffallend entwickelten Paar von Trapezflächen am freien Ende der gewundenen Bergkrystalle besteht: legt man (Fig. 1) in B den Daumen, in B_1 den Zeigfinger der rechten Hand an, als ob man die stattfindende Verdrehung nach rechts mechanisch hervorbringen wollte, so liegen die Finger auf den stark entwickelten Trapezflächen des Quarzes. In der

Fig. 5, wo ebenfalls Rechtsdrehung vorausgesetzt ist, kommt der Daumen auf die bei der Ecke E liegende Trapezfläche T.

Für das so prägnante Auftreten der Trapezflächen an den fraglichen Stellen lässt sich, wie ich glaube, ein plausibler Grund angeben: in dem Augenblick, wo die Theilchen, unter der orientirenden Wirkung der gekrümmten letzten Lamelle, sich an dieselbe anzulegen im Begriff stehen, erfahren sie zugleich durch die von E_1 nach E (Fig. 5) gerichtete Strömung einen Antrieb, der die Theilchen über E hinaus zu führen bestrebt ist. Ohne Zweifel trägt diese Strömung dazu bei, in der neu angelagerten Lamelle die vorhin besprochenen Spannungen herzustellen, während sie andrerseits viele Theilchen aus der kaum gewonnenen labilen Stellung herausreisst oder gar nicht in feste Stellung gelangen lässt. Hiermit dürfte auch der eigenthümlich unfertige Oberflächenzustand der Trapezflächen zusammenhängen. Eine besondere Betrachtung links gewundener Krystalle ist wohl überflüssig.

Es versteht sich, dass durch diese Betrachtung nicht sowohl das Auftreten der Trapezflächen überhaupt erklärt werden soll, sondern nur ihre grössere Ausdehnung an solchen Stellen, wo eine Ablagerung der Theilchen durch die Strömung entschieden beeinträchtigt wird. Das Auftreten der Trapezflächen hängt nach WEISS zusammen mit dem rhomboëdrischen Habitus des Quarzes, und wir werden diesen Habitus sogar auf unsere Urlamelle übertragen müssen.

V.

Die ebene Lamelle, die wir zur Erklärung der gewundenen Quarze angenommen haben, ist wohl nur eine der verschiedenen Formen, in welchen der krystalloidische Ansatz beginnt. Viel häufiger wird wohl der am Innern des Hohlraums seinen Anfang nehmende Embryo von rhomboëdrischem oder hexagonalen Habitus seine Hauptaxe nahe senkrecht zur Wand des Hohlraums haben. Zugleich ist denkbar, dass das Centrum eines der Wand parallel verlaufenden Wirbels gerade die für krystallinischen Absatz günstigste Stelle ist. — Fällt aber so das werdende Gebilde in den Bereich eines Wirbels, und nehmen wir an, dasselbe sei nicht sofort starr, so erhält es ringsum einen Antrieb zu einer Deformation im Sinne des Wirbels, sei es durch Adhaesion und Reibung der rotirenden Flüssigkeitstheilchen, sei es dadurch, dass die dem Krystalloid einverleibten Theilchen ihre Geschwindigkeit an demselben verlieren.

Die Drehrichtung des Wirbels wollen wir in der Art bestimmen, dass wir uns ein Auge denken, das von der Anheftungsstelle des Krystalloids längs dessen Hauptaxe hinzieht: dann wird ein für das Auge rechtsläufiger Wirbel auch eine Deformation nach Rechts, ein

linksläufiger eine solche nach Links anstreben. — In derselben Weise wie wir in IV. das Dominiren gewisser Trapezflächen zu erklären versucht haben, werden wir auch hier verfahren können: ist zum Beispiel das Gebilde eben von dem in der Fig. 5 dargestellten Habitus, nehmen wir an, die Kante B_1C_1 sei fest und der Wirbel, dessen Axe jetzt mit Oz parallel ist, rechtläufig, so werden, durch die von F gegen E gerichtete Strömung, die Theilchen einen Antrieb über E hinaus erhalten und hierdurch ihre Anlagerung in der Nähe dieser Ecke mehr oder weniger beeinträchtigt werden.

Wenn wir nun auf diese Weise auch einen Einblick in die Möglichkeit rechts oder links gewundener Quarzgebilde gewonnen haben, so fehlen uns doch alle Anhaltspunkte, um über die Art und Gesetzmässigkeit der inneren Deformation etwas auszusagen, wie das bei der ebenen Urlamelle einigermassen möglich war. Es bleibt hier nichts übrig, als sich an das zu halten, was die starren Endgebilde eines vor langer Zeit abgelaufenen Prozesses an die Hand geben. Dass die Flächen der gewöhnlichen Quarze eben sind, deutet an, dass es sich wohl nur um äusserst kleine innere Deformation handeln kann. Dass wir nur entweder rechts- oder linksdrehende Quarze finden, wird damit zusammenhängen, dass sie zu einer Zeit entstanden, wo die bewegte Flüssigkeit ein ungestörtes Wachsthum rein rhomboëdrischer Gebilde überhaupt nicht zuliess. Sofern aber zwei zur Axe senkrecht geschnittene Platten, die eine rechts, die andere links drehend, genau dieselbe Drehung der Polarisationsebene nach rechts und links zeigen, welchen Individuen sie auch entnommen sein mögen, so werden wir annehmen müssen, dass die Structur der starren rechten und linken Quarze zwei ganz bestimmten Gleichgewichtslagen der Molekel, rechts und links von der rhomboëdrischen Structur, entspricht. Die erste Anregung zu einer Bewegung der Theilchen im Sinne der einen oder anderen Gleichgewichtslage werden wir aber immer einer äusseren Kraft zuschreiben müssen, mag diese von Wirbeln oder sonstigen Ursachen herrühren. Die rein rhomboëdrische Structur ist, wenigstens für den starren Quarz, wahrscheinlich eine labile Anordnung, während sie möglicherweise für Krystallkeime und im Entstehen und Wachsen begriffene Krystalloide eine gewisse Stabilität haben könnte; ein Punkt, auf den ich im folgenden Paragraphen zurückkommen werde.

Von der Structur der rechten und linken Quarze kann man sich vielleicht mit Fig. 6 eine Vorstellung machen: wir betrachten zunächst die acht in die Ecken eines Rhomboëders fallenden Molekel A, BCD, EFG, A_1, deren Horizontalprojectionen die Punkte a, bcd, efg, a_1 seien. Nun denken wir uns, es werden die zwei Dreiecke bcd, def, welche

in den verschiedenen Horizontalebenen DBC, EGF liegen, um sehr kleine gleiche Winkel nach entgegengesetzten Richtungen in ihrer Ebene verdreht, so erhält man ein vom Rhomboëder äusserst wenig verschiedenes Hexaëder, welches sich wohl weiterhin durch das Krystallnetz wird verfolgen lassen. In der Figur sind die verschobenen Punkte mit $\beta\gamma\delta$, $\varepsilon\phi\varkappa$ bezeichnet und ist ein rechts drehender Krystall vorausgesetzt. Den Unterschied von Rechts und Links wird man besonders leicht erkennen, wenn man Stellung und Folge der auf einander folgenden Zickzacklinien $\varepsilon\beta$, $\beta\phi$, $\phi\gamma$ u. s. w. für die eine und andere Art der Verdrehung ins Auge fasst.

Es ist hier nicht der Ort, diese Speculationen weiter zu führen, dagegen erlaube ich mir zu erinnern an meine Arbeit über Glimmercombinationen, welche Prof. Dove im Jahre 1869 der Königlichen Akademie vorgelegt hat, und an die wichtigen Folgerungen, zu welchen Hr. Prof. L. Sohncke in seiner »Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur, Teubner 1879« gelangt ist.

Der Zusammenhang zwischen rechts oder links gewundenen (verdrehten) Quarzen und den optisch rechts oder links drehenden Bergkrystallen scheint nach dem Obigen nicht sehr tief zu gehen; er reducirt sich auf die Möglichkeit, dass sowohl die sehr bedeutenden Deformationen der verdrehten Quarze, als die Anregung zur Abweichung von der rhomboëdrischen Structur nach rechts oder links, mit einiger Wahrscheinlichkeit auf dieselbe mechanische Ursache zurückgeführt werden können. Zwischen der Structur eines verdrehten Quarzes und der eines normalen Bergkrystalls besteht nicht nur keine Analogie, sondern eine tiefgreifende Verschiedenheit. — Hiermit verliert allerdings die von Weiss mit besonderer Vorliebe gepflegte Zusammenstellung an Bedeutung. Einen gelinden Zweifel in dieser Richtung hat übrigens zuerst Hr. A. Des Cloizeaux in seinem »Manuel de minéralogie«, Tome I, 1862 auf S. 19 ausgesprochen.

VI.

Zum Verständniss einiger weiteren Eigenthümlichkeiten des Quarzes, zum Beispiel gewisser Zwillinge, in welchen ein rechtes und linkes Individuum sich durchkreuzen, namentlich aber der so wunderbar gebauten Amethyste, muss ein weiteres, jedoch nahe liegendes Moment herbeigezogen werden. Zur Erklärung der gewundenen und der gewöhnlichen Quarze reicht der in I. angenommene Apparat mit einem constanten, etwa aufsteigenden Strom vollständig aus; wir werden aber an die Möglichkeit denken müssen, dass der Strom mit einer gewissen Regelmässigkeit nach längeren oder kürzeren Perioden seine Richtung wechselt, wodurch, wie schon früher bemerkt, auch die

Drehrichtung der Wirbel periodisch wechselt. In einer Arbeit über den Agat in POGGENDORFF's Annalen, Bd. 123, 1864, habe ich versucht, die Entstehung der Agate durch solche Wechselströme zu erklären und erlaube ich mir, der Kürze wegen, auf diese Arbeit, deren Grundgedanken ich auch hier festhalte, hinzuweisen.

Bei aufsteigendem Strom habe sich unter den in V. angenommenen Umständen ein Krystallkeim an der Wand angesetzt, der unter der Wirkung eines ihn umziehenden Wirbels, die Anlage zu einem rechts drehenden Quarze erhalten habe; nun werde der Strom ein absteigender und somit auch die Drehrichtung der Wirbel die entgegengesetzte. Was sich jetzt an Masse ablagert, erfährt in der Hauptsache die Anlage zu links drehendem Quarz; es ist aber auch denkbar, dass unter der orientirenden Wirkung des zuerst gebildeten Krystalloids mit Anlage zur Rechtsdrehung, eine, wenn auch geringere Zahl von Theilchen, im Sinne der Rechtsdrehung sich anlegen kann. Beide Individuen konnten daher fortwährend, wenn auch in verschiedenem Maasse wachsen; dem Strom und Wirbel, der bis zuletzt anhielt, werden wohl die glatten Flächen entsprechen, während die Flächen, die ihr Material dem vorletzten Strom und Wirbel verdanken, durch verkümmerte Oberfläche und kleine Niveauunterschiede sich kennzeichnen werden.[1]

Die Amethyste kenne ich theils aus der classischen Abhandlung des Hrn. DES CLOIZEAUX[2], theils durch eigene Anschauung schöner Exemplare, die ich den HH. Dr. HOFFMANN in Paris und Dr. STEEG in Homburg verdanke. In neuster Zeit ist dazu noch eine von Prof. ULRICH in Hannover geschliffene, mir freundlichst übersandte Platte gekommen.

Die Anschauung wohlgebildeter feingestreifter Schliffe senkrecht zur Axe drängt vor Allem zu der Annahme, dass hier der Krystallkeim in der Hauptsache aus drei um 120° gegen einander geneigten Lamellen bestanden habe, deren freie Kanten wohl den Endkanten des Hauptrhomboëders entsprachen. War der Wechsel des auf- und absteigenden Stroms von grosser Regelmässigkeit, so musste sich das in den successiven Ablagerungen an den Lamellen ebenfalls zeigen. Der aufsteigende gesättigtere Strom brachte wohl die stärker gefärbte Materie; der niedersteigende, zum Theil aus der Höhe kommende, auf dem Hin- und Herweg mehr abgeklärte Strom lieferte helleres Material.

Dass aber auch hierbei die Wirbel mitwirkten, ergiebt sich aus der merkwürdigen, von Hrn. DES CLOIZEAUX gefundenen Thatsache,

---

[1] Siehe: NAUMANN-ZIRKEL, Elemente der Mineralogie. X. Aufl. S. 87.

[2] Ann. de chimie et de physique. t. XLV. p. 129.

dass die abwechselnden Schichten der Amethyste von entgegengesetzter Drehrichtung sind.

Ich möchte noch hinzufügen, dass, bei der Beobachtung im Polarisationsinstrument mit grossem Sehfeld, die Ringerscheinung an gewissen Stellen der Platte diejenige ist, welche der rein rhomboëdrische ungestörte Quarz darbieten würde, sofern das innere schwarze Kreuz die Mitte wie bei einem Kalkspath durchsetzt. — Während eines Stromwechsels kamen wohl für einige Zeit die Flüssigkeit und ihre Wirbel zur Ruhe; die zu dieser Zeit abgelagerte Substanz hatte keinerlei Antrieb, weder nach rechts noch links, erfahren, und eingeschlossen zwischen die alte und neue Schichte konnte sie beim nachfolgenden Erstarren ihre rhomboëdrische Anlage bewahrt haben. An anderen Stellen der Platte kann man das Kreuz in Hyperbeln aufgelöst finden, was sicher mit Contractionen in Folge definitiven Erstarrens zusammenhängt.

Wenn nach längerem Stromwechsel wieder ein constanter, wahrscheinlich aufsteigender Strom eintrat, so konnten etwaige Lücken des Gebildes durch gewöhnlichen Quarz ausgefüllt werden, was an manchen Platten sehr schön zu sehen ist.

Ausgegeben am 23. Februar.

1882.

IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

16. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Zeller las die umstehend abgedruckte Abhandlung.

Ueber den κυριεύων des Megarikers Diodorus.

Von E. Zeller.

Unter den dialektischen Beweisen, deren sich die griechischen Philosophen seit Zeno von Elea zur Vertheidigung auffallender Behauptungen und zur Widerlegung allgemein verbreiteter Annahmen so gerne bedienten, die aber nicht selten auch nur als logische Kunststücke und müssige Gedankenspiele verwendet wurden, erfreute sich im Alterthum selbst nächst Zeno's Einwürfen gegen die Vielheit der Dinge und die Bewegung kein anderer eines so hohen Ruhmes, wie jener Schluss, mittelst dessen der Megariker Diodorus, mit dem Beinamen Kronos, ein Zeitgenosse Theophrast's, die Lehre seiner Schule vom Verhältniss des Möglichen und des Wirklichen zu begründen versuchte. Wie wir aus Aristoteles (Metaph. IX 3 Anf.) wissen, hatten die älteren Lehrer dieser Schule behauptet: das Vermögen, irgend etwas zu bewirken, sei nur so lange vorhanden, als die entsprechende Wirkung selbst stattfindet (*ὅταν ἐνεργῇ μόνον δύνασθαι*), man besitze z. B. das Vermögen, zu bauen, nur so lange, als man wirklich baut; woraus unmittelbar folgt, und wahrscheinlich auch von ihnen schon gefolgert wurde, dass überhaupt nur das Wirkliche für ein Mögliches zu halten und als solches zu bezeichnen sei. Ueber die Gründe, auf welche diese Behauptung sich stützte, wird uns nichts mitgetheilt. Ihre Urheber könnten möglicherweise zu derselben durch die Erwägung geführt worden sein, dass jede Wirkung nothwendig und sofort eintritt, wenn alle ihre Bedingungen gegeben sind, indem sie als möglich nur dasjenige gelten lassen wollten, dessen Bedingungen vollständig vorhanden sind, und auf das verschiedene Verhältniss der einzelnen Bedingungen zu dem Erfolge keine Rücksicht nahmen, zwischen den verschiedenen Arten von Bedingungen, den näheren und den entfernteren, den bewirkenden und den mitwirkenden, den positiven und den negativen, und ebendamit auch zwischen den Fällen, in welchen alle, und denen, in welchen nur gewisse Bedingungen des Erfolges fehlen oder da sind, nicht unterschieden. Eben diese Unterscheidung ist es nämlich, auf welche die

des Möglichen und des Wirklichen sich schliesslich zurückführt: wir nennen dasjenige möglich, aber nicht wirklich, für dessen Verwirklichung die Bedingungen nur theilweise gegeben sind, von dem wir aber annehmen, dass sie irgend einmal auch vollständig gegeben sein können, und wir legen einem Ding das Vermögen zu einer Thätigkeit, die es gegenwärtig nicht ausübt, dann bei, wenn wir glauben, es könne dieselbe unter gewissen, an sich nicht unmöglichen, Bedingungen ausüben. Da aber Aristoteles a. a. O. in seiner Widerlegung der megarischen Behauptung die hier vorausgesetzte Begründung derselben mit keinem Worte berücksichtigt, ist es mir doch wahrscheinlicher, dass auch die Megariker selbst nicht diesen Grund dafür geltend machten: ihr Motiv scheint vielmehr in jener schroffen Entgegensetzung des Seienden und des Nichtseienden zu liegen, in der sie ebenso, wie in der Bestreitung des Werdens, Zeno und Parmenides folgten. Wenn »das Seiende (wie dies Aristokles b. Euseb. praep. ev. XIV 17, 1 als ihre Lehre angibt) eines ist und das Nichtseiende ein anderes«, und wenn es »weder ein Werden noch ein Vergehen, noch überhaupt eine Veränderung gibt«, so kann es auch keinen Uebergang von der Möglichkeit in die Wirklichkeit, von dem Vermögen in die Thätigkeit geben, und schon der Begriff eines blossen Vermögens oder einer blossen Möglichkeit muss als ein Widerspruch erscheinen: denn was blos möglich sein soll, aber nicht wirklich, dem legt man zugleich ein Sein bei und spricht es ihm ab: jenes, sofern man ihm die Möglichkeit als reale Eigenschaft zuschreibt, dieses, sofern man seine Wirklichkeit läugnet.

An diese Lehre seiner Schule schloss sich nun Diodor an. Aber wie er bei der verwandten Frage über die Bewegung die ursprünglichen Bestimmungen seiner Vorgänger nicht in ihrer vollen Strenge festhielt, so machte er es auch hier. Die älteren Megariker hatten die Bewegung schlechtweg geläugnet; Diodor räumte ein, dass etwas sich bewegt haben könne, aber er wollte nicht erlauben, von etwas in der Form der Gegenwart zu sagen: »es bewegt sich« (Sext. Math. X 91 f. 97 ff. u. ö., vgl. Phil. d. Gr. II a, 229). Jene hatten ein Vermögen nur da anerkennen wollen, wo die entsprechende Wirkung thatsächlich stattfindet; Diodor begnügte sich mit der Behauptung: möglich sei nur dasjenige, was entweder wirklich ist oder wirklich sein wird (Phil. d. Gr. II a, 230). Zum Erweis dieses Satzes sollte ihm nun der Schluss dienen, welcher seinen Zeitgenossen, oder wenigstens seinen Schulgenossen so unwiderleglich zu sein schien, dass sie ihn durch den stolzen Namen des Siegreichen oder Unüberwindlichen, des κυριεύων, auszeichneten: ein Name, der uns in dem Munde stoischer Gegner nicht allein bei Antipater, sondern wahrscheinlich noch viel

früher, bei Kleanthes, begegnet[1], der also schon vor der Mitte des dritten Jahrhunderts allgemein gebräuchlich gewesen sein muss, und vielleicht sogar von Diodor selbst herrührt.

Dieser Schluss bestand nach Epiktet, dem wir seine genauere Kenntniss verdanken, in dem Nachweis, dass es falsch sei, etwas für möglich zu halten, das weder ist noch sein wird, wenn man doch zugeben müsse, dass alles Vergangene nothwendig so sei, wie es ist, und dass aus einem Möglichen kein Unmögliches folge.[2] Er suchte demnach die Behauptung, dass nur dasjenige möglich sei, was ist oder sein wird, nach der Gewohnheit der megarischen Schule auf indirectem Wege, durch Widerlegung der contradictorisch entgegengesetzten, zu beweisen, und stellte, auf seine schulmässige Form zurückgeführt, einen hypothetischen Schluss im modus tollens dar: »Wenn etwas möglich wäre, was weder ist noch sein wird, so würde aus einem Möglichen ein Unmögliches folgen; nun kann aber aus einem Möglichen kein Unmögliches folgen; also ist nichts möglich, was weder ist noch sein wird«. Der Untersatz dieses Schlusses, dass aus einem Möglichen kein Unmögliches folge, wurde als anerkannt vorausgesetzt. Der hypothetische Obersatz dagegen bedurfte einer weiteren Begründung, und er erhielt diese mittelst des Satzes, dass alles Vergangene nothwendig sei. Wenn nämlich von zwei sich gegenseitig ausschliessenden Fällen der eine eintritt, so ist ebendamit die Möglichkeit des andern aufgehoben, denn was einmal geschehen ist, lässt sich nicht ändern (πᾶν παρεληλυθὸς ἀναγκαῖον), dieser zweite Fall ist mithin jetzt unmöglich; wäre er daher früher möglich gewesen, so wäre, wie Diodor glaubt, aus einem Möglichen ein Unmögliches hervorgegangen.

Für das Gewicht, welches diesem Beweis Diodor's beigelegt wurde, spricht noch lauter, als der Name des κυριεύων, die Beachtung, die er Jahrhunderte lang bei den Logikern fand, und die Mühe, die der Versuch seiner Widerlegung ihnen machte. Aus der megarischen Schule selbst ist uns (durch Epikt. Diss. II 19, 5) Panthoedes, ein Mann aus der nächsten Generation nach Diodor (Ph. d. Gr. II a 213, 2), als Gegner seines κυριεύων bekannt; ein besonderes Interesse hatte aber die Bestreitung desselben für die Stoiker, da diese Philosophen trotz

---

[1] Epikt. Diss. II 19, 8: γέγραφε δὲ καὶ Χρύσιππος (sc. περὶ τοῦ κυριευοντος) θαυμαστῶς ἐν τῷ πρώτῳ περὶ Δυνατῶν· καὶ Κλεάνθης δ' ἰδίᾳ γέγραφε περὶ τούτου καὶ Ἀρχέδημος· γέγραφε δὲ καὶ Ἀντίπατρος, οὐ μόνον δ' ἐν τοῖς περὶ Δυνατῶν, ἀλλὰ καὶ κατ' ἰδίαν ἐν τοῖς περὶ τοῦ Κυριεύοντος. Ueber weitere Erwähnungen desselben vgl. m. Prantl Gesch. der Logik I 40, 36.

[2] Diss. II 19, 1: ὁ κυριεύων λόγος ἀπὸ τοιούτων τινῶν ἀφορμῶν ἠρωτῆσθαι φαίνεται. Κοινῆς γὰρ οὔσης μάχης τοῖς τρισὶ τούτοις πρὸς ἄλληλα, τῷ Πᾶν παρεληλυθὸς ἀληθὲς ἀναγκαῖον εἶναι, καὶ τῷ Δυνατῷ ἀδύνατον μὴ ἀκολουθεῖν, καὶ τῷ Δυνατὸν εἶναι ὃ οὔτ' ἔστιν ἀληθὲς οὔτ' ἔσται· συνιδὼν τὴν μάχην ταυτην ὁ Διόδωρος τῇ τῶν πρώτων δυοῖν πιθανότητι συνεχρήσατο πρὸς παράστασιν τοῦ Μηδὲν εἶναι δυνατὸν ὃ οὔτ' ἔστιν ἀληθὲς οὔτ' ἔσται.

ihres ausgesprochenen Determinismus durchaus nicht zugeben wollten, dass ihre Lehre den Unterschied des Möglichen vom Nothwendigen aufhebe und alles, was geschieht, zu etwas nothwendigem mache (Ph. d. Gr. III a 108. 165). Schon Kleanthes bekämpfte gleichzeitig mit Panthoedes oder unmittelbar nach ihm den κυριεύων in einer eigenen Abhandlung; ebenso sein Nachfolger Chrysippus in seiner Schrift über das Mögliche, und um die Mitte des folgenden Jahrhunderts die beiden Schüler des Diogenes von Seleucia, Antipater und Archedemus, von denen der erstere denselben nicht blos im Zusammenhang einer umfassenderen Erörterung, sondern auch in einer besonderen Schrift angriff (s. o. S. 148, 1). Noch um das Ende des ersten Jahrhunderts n. Chr. galt die Auflösung des κυριεύων in der stoischen Schule als ein Meisterstück, auf das man sich nicht wenig glaubte zu Gute thun zu dürfen; um auszudrücken, dass die sittliche Arbeit an sich selbst mehr werth sei als die höchste logische Virtuosität, sagt Epiktet (Diss. II 18, 17): wenn ich meiner Begierden Herr geworden bin, dann spreche ich: »gut, Epiktet, Du hast ein feines Sophisma gelöst, ein viel feineres, als der κυριεύων«. Indessen waren die Bestreiter dieses Schlusses über die Frage, wo der Fehler desselben seinen Sitz habe und wie er sich nachweisen lasse, keineswegs einig. Während nämlich Chrysippus von den zwei Prämissen des Diodorischen Schlusses diejenige in Anspruch nahm, welche aussagt, dass aus einem Möglichen kein Unmögliches folge, räumten Panthoedes, Kleanthes und Antipater diesen Satz ein, dagegen bestritten sie, dass alles Vergangene nothwendig sei[1]. Wie nun das letztere näher ausgeführt wurde, ist nicht überliefert; dagegen berichtet Alexander von Aphrodisias (Anal. pr. 57 b u. Schol. in Arist. 163 a, 7) über die Erörterung, in der Chrysippus den Satz zu widerlegen versuchte, dass aus Möglichem kein Unmögliches folge. Dieselbe macht indessen dem vielgerühmten Scharfsinn dieses Stoikers wenig Ehre. Statt nämlich den Sinn jenes Satzes genau festzustellen und seine Unhaltbarkeit in allgemein gültiger Weise darzuthun, begnügte er sich mit der Anführung einzelner Fälle, in denen das, was er verneint, thatsächlich stattfinde; diese selbst aber waren, wie auch Alexander bemerkt, nichts weniger als bündig. So lange Dion lebt, meinte er, könne man mit Wahrheit von ihm sagen: »wenn Dion gestorben ist, so ist dieser Mensch gestorben«; wiewohl aber hier der Vordersatz nichts Unmögliches aussage, und der Nachsatz unläugbar aus ihm folge, sage doch dieser selbst etwas Unmögliches aus, denn wenn Dion nicht mehr da sei, könne man

[1] Epiktet Diss. II 19, 2 f. 5. Cic. De fato 7, 14: omnia enim vera in praeteritis necessaria sunt, ut Chrysippo placet, dissentienti a magistro Cleanthe, quia sunt immutabilia nec in falsum e vero praeterita possunt convertere.

nicht mehr mit einem »dieser Mensch« auf ihn hinweisen, und also nicht mehr von ihm aussagen: »dieser Mensch ist gestorben«. Ebenso könne man mit Wahrheit sagen: »wenn es Nacht ist, ist der gegenwärtige Tag nicht mehr«, aber niemals: »der gegenwärtige Tag ist nicht mehr«; so dass auch in diesem Fall, wenn die vom Vordersatz ausgesprochene Bedingung eintritt, die im Nachsatz behauptete Folge derselben unmöglich geworden sei. Als ob nicht derselbe Begriff, den ich jetzt mit den Worten: »dieser Mensch« ausdrücke, nach dem Tod dieses Menschen mit anderen Worten ausgedrückt werden müsste, derselbe Tag, den ich jetzt den gegenwärtigen nenne, nach Einbruch der Nacht der vergangene zu nennen wäre; so dass demnach die Beweisführung, welche Chrysippus ohne Zweifel mit demselben Ernst und derselben Pedanterie vortrug, wie alles, in Wahrheit auf eine Verwechslung der Begriffe mit den Worten hinausläuft, die so augenfällig ist, dass sie uns heutzutage kaum noch für einen schlechten Scherz gut genug wäre.

Wollen wir den berühmten Beweis des Megarikers einer gründlicheren Zergliederung unterziehen, als sie ihm Chrysippus angedeihen liess, so werden wir wohl thun, mit der Frage nach dem ursprünglichen Sinn des Satzes zu beginnen, welcher in Diodor's Schluss (s. o. S. 148) zwar formell die Stelle des Untersatzes (der assumtio) einnimmt, der Sache nach aber seine allgemeinste Voraussetzung bildet, des Satzes, dass aus einem Möglichen kein Unmögliches folge. Diesen Satz hat nämlich Diodor nicht zuerst aufgestellt, sondern in demselben nur eine bekannte Bestimmung der aristotelischen Logik und Metaphysik für sich verwendet. Dieselbe begegnet uns zunächst in der ersten Analytik I, 13. 32, a, 18 in der Definition des ἐνδεχόμενον, dessen, was sein kann. Aristoteles versteht unter diesem, wie er sagt, »dasjenige, was nicht nothwendig ist, was man aber als wirklich setzen kann, ohne dass sich dadurch etwas unmögliches ergibt.[1]« Ganz ähnlich definirt er sodann in der Metaphysik das δυνατὸν, dasjenige, welchem die Möglichkeit zu etwas zukommt, z. B. (Z. 26 f.) die Möglichkeit zu sitzen, zu stehen, sich zu bewegen, zu sein u. s. w. »Es ist etwas, sagt er, ein δυνατὸν, wenn nichts unmögliches entsteht, falls ihm die Wirklichkeit dessen wird, dessen Möglichkeit man ihm beilegt[2].« Mit andern Worten: möglich ist das, dessen Verwirklichung zu nichts unmöglichem führt. Nichts anderes besagt aber auch eine dritte Stelle, wenn wir mit dem überlieferten Text

[1] Λέγω δ' ἐνδέχεσθαι καὶ το ἐνδεχόμενον, οὗ μὴ ὄντος ἀναγκαίου, τεθέντος δ' ὑπαρχειν, οὐδὲν ἔσται διὰ τοῦτ' ἀδύνατον.

[2] IX 3. 1047 a 24: ἔστι δὲ δυνατὸν τοῦτο, ᾧ ἐὰν ὑπάρξῃ ἡ ἐνέργεια ου λέγεται ἔχειν την δυναμιν, οὐθὲν ἔσται ἀδύνατον.

derselben eine Veränderung vornehmen, welche mir durch die Unhaltbarkeit seines gegenwärtigen Wortlauts gefordert zu sein scheint. Wenige Sätze nach der soeben angeführten Definition des δυνατὸν, am Anfang des 4. Kapitels im IX. Buch der Metaphysik lesen wir: εἰ δ᾽ ἐστὶ τὸ εἰρημένον δυνατὸν ᾗ ἀκολουθεῖ, φανερὸν ὅτι οὐκ ἐνδέχεται ἀληθὲς εἶναι τὸ εἰπεῖν ὅτι δυνατὸν μὲν τοδὶ οὐκ ἔσται δέ. In dieser Stelle machen aber die Anfangsworte: εἰ δ᾽ ἐστὶ — ἀκολουθεῖ grosse Schwierigkeit. Alle unsere Handschriften haben sie gleichlautend, nur dass A[b] statt δυνατὸν »τὸ δυνατὸν«, und T statt ᾗ »ἡ« liest. Auch ALEXANDER kann keinen von dem unsrigen abweichenden Text vor sich gehabt haben, und was die zwei Varianten des letzteren betrifft, so spricht seine Erklärung dafür, dass er weder den Artikel vor »δυνατὸν«, noch ἡ statt ᾗ las. Denn er erläutert unsere Worte: εἰ δυνατὸν λέγεταί τι καθὸ δύναται γενέσθαι καὶ ἀκολουθεῖ αὐτῷ τὸ ἐνεργῆσαι. Das καθὸ kann aber nur für ᾗ, nicht für ἡ, gesetzt sein, und das δυνατὸν λέγεταί τι nur den Sinn von ἐστὶ τὸ εἰρημένον δυνατὸν wiedergeben, indem τὸ εἰρ. δυν. zusammengenommen und demnach erklärt wurde: »wenn aber das δυνατὸν genannte vorhanden ist, wiefern« u. s. w.; hätte er τὸ δυνατὸν gelesen, so hätte er, seine Interpunction vorausgesetzt, τὸ εἰρημένον als Subject und τὸ δυνατὸν als Prädikat nehmen müssen; »wenn das angegebene insofern das δυνατὸν ist (d. h. bezeichnet), wiefern« u. s. w. Allein was sollen bei dieser Lesart die Worte: ᾗ ἀκολουθεῖ bedeuten? Alexander ergänzt dazu: τὸ ἐνεργῆσαι und erklärt demgemäss, wie bemerkt: »wenn etwas ein δυνατὸν ist, wiefern ihm das Wirken folgt«. An ihn schliessen sich auch die beiden neusten Erklärer an. Nach Hrn. BONITZ ist zu construiren: εἰ δ᾽ ἐστὶ δυνατὸν τὸ εἰρημένον (nämlich das c. 3, 1047, a. 24 — s. o. 150, 2 — angegebene) ᾗ ἀκολουθεῖ scil. ἡ ἐνέργεια: nach SCHWEGLER muss zu ᾗ ἀκολουθεῖ aus dem vorangehenden Satze τὸ ἐντελεχείᾳ εἶναι ergänzt werden. Allein diese Ergänzung des Subjekts für das ἀκολουθεῖ ist nicht blos, wie SCHWEGLER selbst bemerkt, »nicht ohne Härte«, sondern sie ist, wie mir scheint, durchaus unstatthaft. In dem vorangehenden Satze, der aber mit dem unsrigen sachlich in gar keinem unmittelbaren Zusammenhang steht, sondern eine ganz beiläufig eingeschaltete Bemerkung abschliesst, hiess es: τῶν γὰρ μὴ ὄντων ἔνια δυνάμει ἐστίν· οὐκ ἔστι δὲ ὅτι οὐκ ἐντελεχείᾳ ἐστίν. Wenn nun fortgefahren wird: εἰ δ᾽ ἐστὶ τὸ εἰρημένον δυνατὸν ᾗ ἀκολουθεῖ, und es sollte zu diesem als Subject ἡ ἐντελέχεια oder τὸ ἐντελεχείᾳ εἶναι ergänzt werden, so müsste nothwendig, wenn sich der Schriftsteller nur einigermassen deutlich ausdrücken wollte, irgendwie auf den zu ergänzenden Begriff hingewiesen sein, etwa indem gesagt wurde: ᾗ τοῦτο αὐτὸ ἀκολουθεῖ. Noch weniger geht es an, τὸ ἐνεργῆσαι oder ἡ ἐνέργεια zu ergänzen, das im nächstvorhergehenden

gar nicht steht, und wenn Hr. Bonitz bemerkt, man könne es desshalb suppliren, weil das εἰρημένον darauf hindeute, so kann ich mich davon nicht überzeugen. Denn als grammatisches Subjekt des ἀκολουθεῖ könnte aus dem εἰρημένον nur dieses selbst ergänzt werden, so dass wir den Satz erhielten: »wenn aber das Gesagte ein mögliches ist, wiefern es, jenes Gesagte, folgt,« was aber keinen leidlichen Sinn gäbe; und dem εἰρημένον, dessen Ergänzung die grammatisch allein zulässige ist, ἡ ἐνέργεια zu substituiren, haben wir um so weniger ein Recht, da in der c. 3. 1047, a, 24 gegebenen Definition des δυνατὸν, auf die es zurückweist, nicht die ἐνέργεια, sondern das οὐδὲν ἀδύνατον der Hauptbegriff ist. Wäre aber auch diese oder die sinnesgleiche Schwegler'sche Ergänzung sprachlich zulässig, so würde sie doch keinen annehmbaren Gedanken ergeben. Denn möglich wäre ihr zufolge das Mögliche nur, wiefern es zur Wirklichkeit gelangt; Aristoteles dagegen verlangt nur, dass sich, wenn es wirklich wird, nichts unmögliches ergebe (s. o. 150, 1), während er einräumt, dass sich aus der Annahme seiner Wirklichkeit etwas falsches ergeben, dass also auch solches möglich sein könne, dem keine Wirklichkeit entspricht[1]; ja er erklärt ausdrücklich, nur dasjenige dürfe ein Mögliches genannt werden, was nicht nothwendig ist, was daher auch nicht sein kann, aus dem ἐνδέχεσθαι ὑπάρχειν folge immer auch das ἐνδέχεσθαι μὴ ὑπάρχειν[2]. Er kann daher unmöglich gesagt haben, was ihn Alexander und seine Nachfolger an unserer Stelle sagen lassen. So wie unser jetziger Text lautet, will sich aber allerdings auch keine andere haltbare Erklärung desselben zeigen. Ich halte daher diesen Text für verderbt. Das einfachste Mittel zu seiner Heilung wird wohl darin bestehen, dass am Anfang unserer Stelle gelesen wird: εἰ δ' ἐστὶ, τὸ εἰρημένον, δυνατὸν, ᾧ ἀδύνατον μὴ ἀκολουθεῖ, »wenn, dem früher (1047, a, 24) bemerkten gemäss, ein Mögliches das ist, aus dem kein Unmögliches folgt.« Es bedarf kaum der Bemerkung, wie leicht einerseits aus dem hier vorausgesetzten Texte der jetzige entstehen konnte, indem dazu nicht mehr nöthig war, als dass das Auge eines Abschreibers von dem δυνατὸν auf das ἀδύνατον abirrte und in Folge davon das μὴ in ἢ und weiter in ᾗ verwandelt wurde; wie passend andererseits der Sinn ist, den wir durch diese Emendation erhalten, und wie sie uns zugleich die beste Erklärung für die Formulirung gibt, in der uns die aristotelische Bestimmung über das δυνατὸν bei Diodor begegnet. Dürfte man annehmen, dass dieser Philosoph dieselbe aus unserer Stelle unmittelbar entnommen habe, so wäre diess die früheste Spur

[1] Phys. VIII 5. 256b, 10: ἐὰν οὖν θῶμεν τὸ δυνατὸν εἶναι, οὐδὲν ἀδύνατον συμβήσεται, ψεῦδος δ' ἴσως.

[2] Anal. pr. I 13. 32a, 29. Phil. d. Gr. IIb 223, 3.

von der Benutzung der aristotelischen Metaphysik ausserhalb der peripatetischen Schule; indessen ist diese Annahme nicht nothwendig, da ihm der Satz: »möglich sei dasjenige, aus dem nichts unmögliches folgt,« auch unabhängig von der Metaphysik als eine in jener Schule gebräuchliche und von ihrem Stifter auch in seinem mündlichen Unterricht vorgetragene Definition zugekommen sein kann.

Wie dem aber sein mag: so viel wird aus der vorstehenden Erörterung jedenfalls hervorgehen, dass Diodor den Satz: aus einem Möglichen könne kein Unmögliches folgen, diesen Mittelpunkt seines ganzen Beweises, Aristoteles zu verdanken hat. Wir werden daher auch die Bedeutung dieses Satzes im aristotelischen Sinn zu verstehen haben. So kurz, wie er uns aus Diodor überliefert ist, lässt er es unentschieden, ob mit dem »folgen«, dem ἀκολουθεῖν, eine Zeitfolge, oder ein logischer und Causalzusammenhang gemeint ist. Auch Chrysipp's Einwendungen gegen ihn setzen darüber nicht in's Klare, da sie sich auf ein paar verfehlte Beispiele des Gegentheils beschränken. Allein die Vergleichung der aristotelischen Bestimmungen, welche Diodor sich angeeignet hat, zeigt, dass wir das ἀκολουθεῖν auch bei ihm causal zu fassen haben. Wenn gesagt wird: »aus Möglichem könne kein Unmögliches folgen«, so heisst dieses: nichts könne für möglich gelten, wenn sich unter der Voraussetzung seiner Wirklichkeit etwas Unmögliches ergeben würde. So unanfechtbar aber dieser Satz ist, und so wenig Chrysipp's Widerspruch gegen denselben auf sich hat, so verkehrt ist die Anwendung, die Diodor in seinem κυριεύων von ihm machte. Er meint, wenn von zwei sich ausschliessenden Fällen der eine eintritt und ebendamit das Eintreten des andern unmöglich gemacht wird, so könne der letztere auch vorher schon nicht möglich gewesen sein, da ja andernfalls ein Unmögliches die Folge eines Möglichen gewesen wäre. Allein der Satz, dass aus einem Möglichen kein Unmögliches folge, läugnet nicht, dass das letztere auf das erstere folgen, das, was erst möglich war, unter veränderten Umständen unmöglich werden könne; auch nicht, dass sich aus dem Wirklichwerden eines Möglichen die Unmöglichkeit eines beliebigen andern ergeben könne; da ja vielmehr durch jedes Geschehen das Gegentheil dessen, was geschieht, ausgeschlossen und somit unmöglich gemacht wird. Sondern der Sinn jenes Satzes ist: nichts sei möglich, aus dessen Wirklichwerden etwas an sich selbst unmögliches folgen würde. Diess findet aber in dem vorliegenden Falle nicht statt. Wenn von den zwei sich ausschliessenden Möglichkeiten A und B die erste, A, verwirklicht und ebendamit die Möglichkeit von B aufgehoben wird, so kann man nicht sagen, dass aus der Möglichkeit von B seine Unmöglichkeit gefolgt sei, denn die Unmöglichkeit von B

folgte zwar auf seine Möglichkeit, aber sie folgte nicht aus ihr, sondern aus der Verwirklichung von A; ebensowenig aber auch, dass aus der Möglichkeit von A etwas unmögliches gefolgt sei; denn da nur die Möglichkeit, nicht die Nothwendigkeit von B vorausgesetzt wurde, so war es der Voraussetzung nach auch möglich, dass B nicht zur Wirklichkeit gelangt; wenn daher durch die Verwirklichung der Möglichkeit A die von B ausgeschlossen wird, so ist aus dem Wirklichwerden von A nicht etwas unmögliches, sondern etwas mögliches und als möglich vorausgesetztes als Folge desselben hervorgegangen. Die scheinbare Beweiskraft des Diodorischen κυριεύων beruht daher lediglich darauf, dass der Satz: »es könne aus einem Möglichen kein Unmögliches hervorgehen«, nicht genauer präcisirt, und in Folge davon falsch angewendet, etwas, das nicht unter ihn fällt, unter ihn subsumirt wird; dass der Dialektiker entweder der logischen Folge, von der jener Satz redet, die Zeitfolge, oder dem Unmöglichen, dessen Hervorgang aus dem Möglichen er läugnet, die mit der Verwirklichung des Möglichen nothwendig und unmittelbar gesetzte Unmöglichkeit seines Gegentheils unterschiebt. Aber gerade diesen seinen Grundfehler scheinen DIODOR's Gegner nicht bemerkt zu haben, da sie sich sonst nicht, wie sie diess doch nach EPIKTET thaten, auf Einwendungen gegen die eine oder die andere von seinen Prämissen beschränken durften, sondern vor allem das Verhältniss derselben in's Auge fassen und die in der Zweideutigkeit des ἀκολουθεῖν und des ἀδύνατον begründete quaternio terminorum aufdecken mussten.

Ausgegeben am 23. Februar.

1882.
X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

23. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Beyrich las: Ueber geognostische Beobachtungen G. Schweinfurth's in der Wüste zwischen Cairo und Suēs; mit einem Anhange (2.) von Hrn. Dr. Arzruni, Custos der oryktognostischen und petrographischen Abtheilung des mineralogischen Museums: Ueber die vulcanischen Gesteine aus der Gegend von Abu-Zâbel am Ismaïlia-Canal.

3. Hr. Schwendener las: Ueber das Scheitelwachsthum der Phanerogamen-Wurzeln.

4. Das correspondirende Mitglied der Akademie, Hr. Prof. G. vom Rath in Bonn, sandte unter dem 21. Februar eine Mittheilung ein: Ueber eine massenhafte Exhalation von Schwefelwasserstoffgas in der Bucht von Mesolungi.

Alle vier Mittheilungen folgen hier.

Ueber geognostische Beobachtungen G. Schweinfurth's in der Wüste zwischen Cairo und Suēs.

Von E. Beyrich.

Hierzu Taf. IV und V.

In einer Abhandlung »Ueber den geologischen Bau der libyschen Wüste«, vorgetragen als Festrede in einer öffentlichen Sitzung der Königl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften am 20. März 1880, hat Prof. Zittel die Resultate der Studien niedergelegt, welche durch seine Beobachtungen als Theilnehmer der im Jahre 1873 unter Rohlfs' Leitung ausgeführten Expedition zur wissenschaftlichen Erforschung der libyschen Wüste hervorgerufen wurden. Zu einem weit umfassenden Gemälde verbindet er das selbst Gesehene mit dem, was andere Gelehrte theils vor ihm, theils nachher bis zu der Zeit des Erscheinens seiner Abhandlung zur Erweiterung unserer Kenntniss von dem geologischen Bau Aegyptens beitrugen, und er versucht, durch geistreiche und kühne Combination das dem ägyptischen Boden Eigenthümliche in Zusammenhang zu bringen mit Erscheinungen, die weit nicht nur über Aegypten, sondern über Afrika und Europa hinaus die Gebirge Asiens und Amerikas auszeichnen.

Die Abhandlung ist begleitet von einer geologischen Karte, welche unter der Aufschrift »Geologische Uebersichtskarte der libyschen und arabischen Wüste« fast ganz Aegypten in geologischem Farbenkleide vor Augen führt. Die Karte wird im Norden nahe dem 30. Breitengrade begrenzt durch eine Linie, die bei Cairo und Suēs vorbeiführt, im Süden reicht sie über den 25. Breitengrad fort bis nach Edfu, wo Caillaud im Jahre 1819 das Nilthal durchschritt. Nirgends lässt die Karte in einem Raum, der einen Umfang von 6—7000 Quadratmeilen hat, einen Fleck offen, der von dem Autor als Terra incognita farblos gelassen wäre, und doch hat über tausende von Quadratmeilen des geologisch colorirten Landes noch nie das Auge eines geologisch ge-

bildeten Naturforschers weder von der Höhe einer Bergspitze noch von der Höhe des Kameelrückens aus auch nur einen einzigen Blick werfen können. Auch bemerkt Zittel selbst, es sei ein bedenkliches Wagniss, eine geologische Uebersichtskarte über ein so grosses Gebiet zu construiren, in welchem nur auf wenigen, oft weit von einander entfernten Wegen sehr vereinzelte Beobachtungen angestellt werden konnten; indess hat er die Zuversicht, dass wenigstens in der libyschen Wüste spätere Untersuchungen vielleicht Berichtigungen in dem Verlauf seiner Formationsgrenzen, jedoch keine Veränderung des Totaleindrucks seiner Darstellung bringen werden. Mögen diese Erwartungen sich erfüllen oder getäuscht werden, die Wissenschaft wird es Hrn. Zittel stets Dank wissen, dass er sich entschloss, der Rohlfs'schen Expedition sich als Geolog anzuschliessen, und hierdurch ein unerwartetes Licht über ein früher grossentheils vollständig unbekanntes oder doch in sehr abweichender Weise beurtheiltes Gebiet zu verbreiten.

Während die geologische Darstellung der libyschen Wüste ausschliesslich das Werk Zittel's ist, so verdanken wir die Darstellung des wüsten ostägyptischen Gebirgslandes, der sogenannten arabischen Wüste, allein der rastlosen Thätigkeit G. Schweinfurth's, der neben botanischen und zoologischen Studien gleichzeitig auch die geologischen Verhältnisse der von ihm durchwanderten Gebiete mit Erfolg zu berücksichtigen bemüht war. Nachdem derselbe seinen bleibenden Wohnsitz in Cairo aufgeschlagen hatte, betrachtete er die Durchforschung der zu beiden Seiten des vielbereisten Nilthals sich ausbreitenden, unbekannt gebliebenen ägyptischen Wüstenländer als eine fernere Hauptaufgabe seines Lebens. Die Zittel'sche Karte verzeichnet die Routen dreier von Schweinfurth ausgeführten Reisen; die erste aus dem Jahre 1874, d. i. aus der Zeit der Rohlfs'schen Expedition, führte von Siūt zur Oase Chargeh, die beiden anderen aus den Jahren 1876 und 1877 durchschneiden auf verschiedenen Wegen die ostägyptische Gebirgswüste, um das Urgebirge der dem Rothen Meer parallel sich hinziehenden Küstengebirgskette zu erreichen, und diese in ihrem Innern wie in ihrem Abfall zum Rothen Meer herab zu erforschen. Zwei weitere ebendahin gerichtete Reisen in den Jahren 1878 und 1879 bezweckten die Erweiterung und Ergänzung der in den Vorjahren gemachten Beobachtungen, so dass Schweinfurth im Jahre 1879 als Resultat seiner geognostischen Forschungen eine Karte entwerfen konnte, welche das Land zwischen dem Nil und dem Rothen Meer, unter Hinzuziehung der Landschaft Fayūm, im Wesentlichen in der Weise darstellt, wie es die Zittel'sche Karte von 1880 wiedergiebt. Die reichhaltigen, dem Münchener Museum zugewendeten

Sammlungen aus den ersten Reisen setzten Zittel in den Stand, in seiner Abhandlung über den geologischen Bau der libyschen Wüste auch in grossen Zügen die geologischen Verhältnisse des ostägyptischen Gebirgslandes auseinanderzusetzen.

Auf einer neuen im Jahre 1880 ausgeführten Reise stellte sich Schweinfurth die genauere Durchforschung der Wüste zwischen Cairo und Sues zur Aufgabe und ermittelte hierbei eine Reihe neuer wichtiger Thatsachen, deren Darlegung Gegenstand der folgenden Mittheilungen sein wird. Zur Orientirung in dem Gebiet, um welches es sich hierbei vornehmlich handelt, ist die Karte Taf. IV beigefügt, auf welcher nicht nur die Route der im Jahre 1880 ausgeführten Reise, sondern auch die Route verzeichnet ist, auf welcher Schweinfurth in der letzten Januar- und der ersten Februarwoche des Jahres 1881 die HH. Riebeck, Rosset und Mantey von Cairo aus bis zum Fuss des Galāla-Gebirges geführt hat. Der grösste nördliche Theil der Karte ist unter der gütigen Leitung und Mitwirkung unseres Collegen Kiepert nach einer handschriftlichen Skizze gezeichnet, welche Schweinfurth im Jahre 1880 einer Sammlung von Versteinerungen und Gebirgsarten beigefügt hatte, auf welche die auf der Karte mit den Ziffern 1 bis 17 bezeichneten Fundstellen Bezug haben. Für die südliche Erweiterung wurde die Kartenskizze benutzt, welche in der Publication des Tagebuchs der letzteren Reise von Hrn. Dr. Riebeck enthalten ist.

Die Betrachtungen, welche sich an den Inhalt der Sammlungen Schweinfurth's vom Jahre 1880 knüpfen werden, stehen in so enger Beziehung zu früheren, dieselbe Gegend berührenden Beobachtungen zweier ausgezeichneter deutscher Geologen, Fraas und Fuchs, dass ich veranlasst bin, eine gedrängte Uebersicht des betreffenden Inhalts ihrer Schriften[1] vorauszuschicken.

Die hier in Betracht kommenden Beobachtungen von Fraas wurden im Winter 1864—1865 zunächst auf verschiedenen Wanderungen in der weiteren Umgebung Cairos zu beiden Seiten des Nilthals und im Mokattamgebirge angestellt; dann fuhr er auf der jetzt nicht mehr existirenden alten Eisenbahn von Cairo nach Sues, bestieg von hier aus den Gebel Atáka und befuhr den Süsswasserkanal bis Ismailia. Das Gesehene ordnend unterschied er ältere eocäne und jüngere miocäne Tertiärbildungen und versuchte zugleich, dieselben weiter zu gliedern und mit europäischen Tertiärgebilden in Parallele zu bringen.

---

[1] Fraas. Aus dem Orient. 1867. S. 110 ff.
Fuchs. Die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez in: Denkschriften der Wiener Ak. der Wissenschaften. 1878. Math. Naturw. Cl. Band 38 B. S. 25.

Im Eocän unterschied Fraas vier Stufen, von welchen die tiefste, die »Callianassa-Bänke und Schichten der *Nummulites planulata*« dem Étage suessonien, d. i. der ältesten Stufe des Pariser Eocän bei d'Orbigny, gleichstehen soll. Die zweite Stufe wird gebildet durch den Baustein von Cairo und würde als »Horizont des *Cerithium giganteum* und der Cancriden«, einen Theil des Calcaire grossier repräsentiren. Die beiden anderen Horizonte sind bezeichnet als »Horizont der Conoclypen und der grossen Nummuliten« und als »Austernbänke und Turritellenschichten und Horizont des *Schizaster africanus*«. Die Orientirung in diesen Stufen, sagt Fraas, werde erschwert durch die Gleichartigkeit des Gesteins, indem von den tiefsten bis zu den höchsten Schichten dieselben lichtgelben bis lichtgrauen Kalksteine herrschen. Indess hebt er doch hervor, dass seine dritte Stufe am Mokattam eingeleitet werde durch eine mächtige gypsführende Thonbildung, welche überlagert wird von muschelreichen, der obersten Stufe zugerechneten Kalksteinbänken.

Als miocänes Tertiärgebirge fasst Fraas verschiedene ungleichartige Bildungen zusammen, über deren gegenseitige Beziehungen er keine Beobachtungen zu machen Gelegenheit hatte. Als ältestes rechnet er dahin den Sandstein des Gebel Achmar bei Cairo und die Sandstein- oder Sand-Ablagerungen im Mokattam, aus welchen die Hölzer der sogenannten versteinerten Wälder herrühren. Fraas glaubt, dass die gewaltigen, mit einem Krater verglichenen, alten Steinbrüche am Gebel Achmar das Material für die riesigen, bei Theben aufgestellten Memnons-Säulen geliefert haben, und er vergleicht das Vorkommen der verkieselten Hölzer mit den Ablagerungen von bituminösem Holz in unseren braunkohlenführenden Tertiärbildungen. Er mass Stämme von 1 Meter Durchmesser an der Basis und 20—30 Meter Länge. Für Reisende, sagt er, denen der Anblick von Kohlenflötzen unbekannt ist, sind das überraschende Erscheinungen; der Geognost aber sieht darin nichts Anderes, als was ihm jede Kohlengrube aus der Miocänzeit bietet, mit dem einzigen Unterschied, dass sich unter den Wassern Deutschlands Kohlenstoff und Pflanzenfaser erhielt, während unter dem Einfluss des kieseligen Sandsteins im Mokattam die Holzfaser sich in Kieselsäure verwandelte. Diese Sandsteinformation beobachtete Fraas an verschiedenen Stellen den gleichen obersten Kalksteinlagen der älteren Eocänformation aufliegend und stellt sie in Parallele mit den über dem Pariser Grobkalk lagernden Sand- und Sandsteinbildungen.

Was sonst noch für miocän erklärt wird, sind Meeresbildungen. Zuerst sind es Sande und Kalksteine, deren Vorkommen bei Cairo auf beiden Seiten des Nils auf der rechten Thalseite am Fuss des

Mokattam, und auf der linken von Gīze nach Sakara hin, in der Umgebung der grossen Sphynx und der Pyramiden, beschrieben wird. Dann berichtet FRAAS, dass er bei der Fahrt von Cairo nach Suēs auf der alten Eisenbahn bei der 14. Station, da wo die Bahn an der Nordseite des Gebel Auwēbed vorüberfuhr, miocäne Sande mit Pecten und Clypeaster gesehen habe, indem er zugleich bedauert, dass der Aufenthalt auf den Stationen zu kurz sei, um Vieles zu sammeln. Endlich beschreibt er die Entblössung einer Kalkbank, deren Einschlüsse auf Arten von miocänem Alter gedeutet wurden, am Süsswassercanal und, nach Beobachtungen des Dr. REIL, am Schiffahrtscanal, in der Gegend des Lagerplatzes Chaluf (G. Schalūf unserer Karte). Von diesen zerstreuten Beobachtungen ausgehend gewann er die Vorstellung, dass miocäne Sande durch ganz Unterägypten und über den Isthmus hinaus bis zum Mittelmeer hin die Unterlage der jüngsten Alluvialgebilde ausmachen, so dass sie im Süden ihr Ende an den Steilrändern des abgebrochenen ältern Tertiärgebirges erreichen. Der Gebel Genèf und Gebel Auwēbed waren für ihn eocäne Inselberge, die durch zwischengelagertes Miocän von einander und von dem südlich emporsteigenden Atáka getrennt werden.

Zwölf Jahre nach der Reise von FRAAS widmete THEODOR FUCHS der Landenge von Suēs eine besondere geognostische Untersuchung, vornehmlich um die Rolle zu ermitteln, welche diesem schmalen Landstrich als Scheide der beiden so vollständig von einander verschiedenen Faunen des Rothen Meeres und des Mittelmeeres zukommt. Indem er den vom Schiffahrtskanal durchschnittenen Boden von Port Said bis nach Suēs Schritt für Schritt durchforschte, gelangte er zu unerwarteten und weitgehende Folgerungen hervorrufenden Resultaten.

Von Port Said ausgehend fand FUCHS, dass der Boden bis über Kantara hinaus eine sehr junge Meeresbildung ist, in welcher ausschliesslich Arten des Mittelmeers auftreten ohne jede Spur der Einwirkung süssen Wassers. Nachdem sich zuerst in der Gegend des Ballah-Sees vereinzelt einige Süsswasserformen gezeigt haben, folgt bei der sogenannten Schwelle el Guisr, wo der Kanal die höchste Bodenerhebung zwischen den beiden Meeren von etwa 15 Meter über dem Wasserspiegel durchschneidet, eine reine Süsswasserformation, in der ausschliesslich lebende Muscheln des Nils liegen. Dann legt sich der Süsswasserbildung bereits in der Gegend des Serapeum und weiterhin in der Umgebung der Bitterseen, zum Theil in Wechsellagerung, eine Brackwasserbildung an, welche wenige Arten des Rothen Meeres mit Süsswassermuscheln gemischt enthält, so dass FUCHS eine Vergleichung anstellt mit den sogenannten sarmatischen Bildungen des Wiener Tertiärbeckens. Diese Brackwasserbildung wird

alsdann bis nach Suēs hin ersetzt durch reine Meeresabsätze mit einer reichen Conchylien-Fauna, deren Arten mit einigen wenigen Ausnahmen im Rothen Meere lebend gekannt sind. Die gesammten, die Landenge von Suēs zusammensetzenden Ablagerungen werden hiernach als recente, höchstens in die Quartärzeit herabragende Bildungen klassifizirt. Als nothwendige Folgerung ergäbe sich daraus nach Fuchs, dass noch in jüngster geologischer Zeit die Landenge von Suēs als trennende Scheide zwischen Mittelmeer und Rothem Meer nicht bestanden habe und dass die beiden Meere mit ihren vollständig verschiedenen Faunen mit einander verbunden gewesen seien, ohne dass eine Mischung der Faunen stattfand. Es sei dies ein Räthsel, dessen Lösung noch gesucht werden müsse.

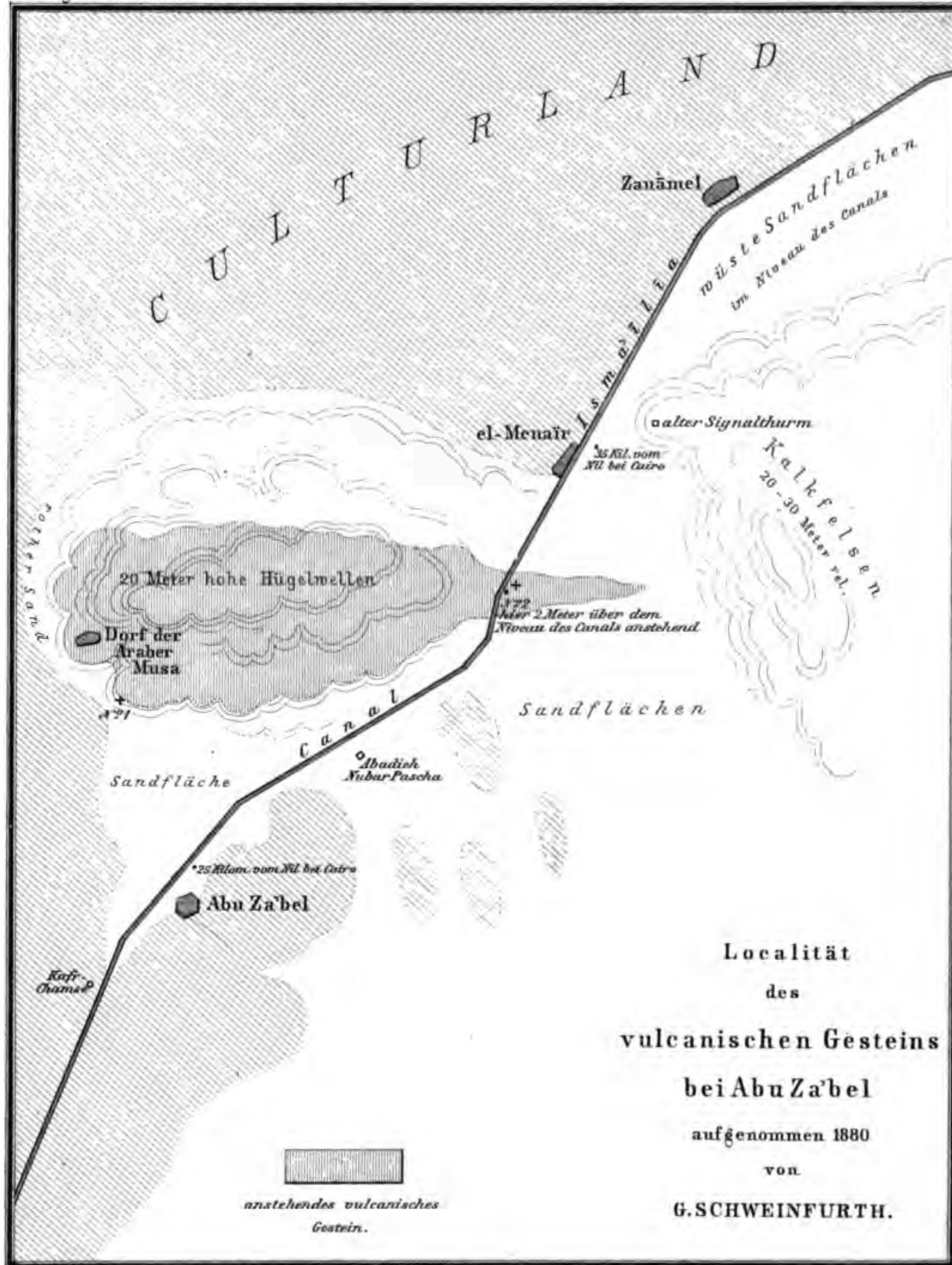
In der That ist aber undenkbar, dass jemals der Nil gegen die Mitte der jetzigen Landenge hin geflossen sei zu einer Zeit, in welcher die beiden Meere hier ungetrennt verbunden waren und die süssen Wasser des Nils allein die Scheide bildeten zwischen den beiden Meeresfaunen. Man müsste vielmehr auf Grund der Fuchs'schen Beobachtungen annehmen, dass da, wo die Alluvionen des Mittelmeeres abgelagert wurden, d. h. nördlich der Schwelle el Guisr, noch in jüngster geologischer Zeit, eine von den süssen Wassern des Nils nicht überschreitbare Barre vorhanden war und dass erst nach dem Versinken dieser Barre die Alluvionen des Mittelmeers möglich wurden. Diese wären hiernach jünger als die dem Rothen Meer zuzuschreibenden Absätze, und konnten erst zur Ablagerung gelangen, nachdem die Landenge von Suēs im Grossen ihre jetzige Gestaltung erhalten hatte.

Vergebens bemühte sich Fuchs, die von Fraas am Schalūf im Süsswasserkanal in geneigter Lage gesehene Kalkbank aufzufinden. Er selbst hatte jedoch das Glück, am Fuss des Gebel Genèf, 1½ Stunden in West von der Station Genèf, eine versteinerungsreiche Miocänformation aufzufinden, welche mit den jüngeren Ablagerungen des Isthmus nichts zu thun hat. Er giebt eine Beschreibung der von ihm beobachteten miocänen Schichtenfolge und eine Liste der gesammelten Versteinerungen, durch welche er nicht nur das nicht zu bezweifelnde miocäne Alter der Formation, sondern auch noch eine speciellere Altersstellung innerhalb der Miocänzeit erwiesen glaubt. Er findet eine auffallende Uebereinstimmung der Miocänbildungen vom Genèf mit den im Jahre 1847 von Smith beschriebenen Ablagerungen von Lissabon und mit dem Miocän vom Urmia-See, welches Abich in seiner Abhandlung über das Steinsalz und seine geologische Stellung in Armenien kennen lehrte. Gleich diesen soll das ägyptische Miocän im Alter den sogenannten Hornerschichten, d. h. den älteren Miocänbildungen des Wiener Beckens, gleichstehen.



C. L. Ohmann lith.

BEYRICH über geognostische Beobachtungen Schweinfurth's.



BEYRICH über geognostische Beobachtungen Schweinfurth's.

Fuchs hatte nicht die erforderliche Zeit, seine am Gebel Genèf gemachte Entdeckung weiter zu verfolgen und begnügte sich, auf seiner Karte die Thalniederungen zwischen Gebel Genèf, Gebel Auwēbed und Gebel Atáka als fraglich miocän zu bezeichnen. Hätte er noch auf der alten Eisenbahn von Suēs nach Cairo fahren können, so würde ihm nicht entgangen sein, dass die Sande, welche Fraas bei der Station 14 gesehen hatte, und aus denen derselbe das Vorkommen von *Pecten, Clypeaster* und *Cytherea erycina* anführt, der gleichen Formation angehören. Aus den Beobachtungen Schweinfurth's vom Jahre 1880 ergiebt sich jetzt, dass die Miocän-Formation vom Genèf im Innern des Gebirges westlich von Suēs und bis zum Fuss des nördlichen Galāla heran eine ansehnliche Verbreitung besitzt und hier wesentlich an der Zusammensetzung des Gebirges Theil nimmt. Ihr fallen auf der Karte, Taf. IV, die Fundstellen-Ziffern No. 1, 2, 3, 5, 11 und 12 zu.

Die einzelnen Fundstellen wurden von Schweinfurth wie folgt näher bezeichnet:

1. »Thalgehänge bei der Durchbruchstelle des Wadi Gjáffara durch das Gebirge, nahe bei Dār-el-Bēda, nahe im Süd von der alten Eisenbahnlinie Cairo-Suēs.«

2. Die einzige bereits früher im Jahre 1879 aufgefundene und ausgebeutete Stelle, bezeichnet als »Kleiner in's Wadi Gendeli vorgeschobener Hügel in O. der Palastruine Dār-el-Bēda, 6 Kilometer von der 7. Station an der alten Poststrasse von Cairo nach Suēs«.

3. »Südliche Vorhügel des Gebel Auwēbed unweit der 11. und 12. Station an der alten Poststrasse von Cairo nach Suēs.«

5. »Ebene am Fusse des Nordabfalls, Nordwestecke, des Gebel Atáka, zwischen Atáka und dem Vorhügel in Nord. Ein grobkörniger, durch Thalrinnsale freigelegter gelber Schollen-Sandstein.«

11. »Rechte Thalböschung des Wadi Haggu, 3 Stunden unterhalb seines Ursprungs.«

12. »Fläche auf der Nordseite des Wadi Ramlieh, gegenüber dem Gebel Ramlieh, 15 Fuss über dem Thal.«

Diesen wird voraussichtlich noch zuzufügen sein aus der Reise von 1881 die mit einem * bezeichnete Stelle im Wadi Batāt, auf der Riebeck'schen Kartenskizze »Reiche Muschelbreccie (miocän)«, von der es im Tagebuche heisst: »ein ganzes Lager von Pecten, Voluta, Austern, Echiniden etc., auch eine colossale Auster mit verlängertem Schloss fand sich vor«.

Die Fauna der aufgeführten Fundstellen ist in den häufiger vorkommenden Arten ausserordentlich gleichförmig und von gleichartigem Gestein umschlossen. Es sind gelbliche Kalksteine, welche meist Quarzkörner, bald mehr bald weniger, bis zu Erbsengrösse enthalten.

Ausser den Seeigeln sind von Muscheln nur Austern- und Pecten-Arten mit der Schale erhalten, das Uebrige ist Steinkern. Ich hege keinen Zweifel, dass die Mehrzahl der Arten identisch ist mit solchen, die Fuchs vom Genef aufführte, und hebe als eine wesentliche Erweiterung der Fauna hier nur die massenhafte Anhäufung von Korallen hervor, durch welche die Fundstelle 12 im Wadi Ramlieh so sehr ausgezeichnet ist, dass Schweinfurth das Vorkommen auch auf der Riebeck'schen Kartenskizze als »miocäne Korallenbänke« besonders angab. Die vorherrschenden Formen gehören den Gattungen *Astraea*, *Heliastraea*, *Calamophyllia*, *Porites* und *Dendracis* an, und werden zum Theil nicht von Arten zu unterscheiden sein, die in europäischen jüngeren Tertiärbildungen weit verbreitet vorkommen.

Durch die freundschaftliche Zuwendung einer reichhaltigen Sammlung der häufigsten und bezeichnendsten Arten aus der Fauna, welche Zittel in der Ammonsoase bei Siwah entdeckte, bin ich in den Stand gesetzt, ein Urtheil über den Grad der Uebereinstimmung abzugeben, welche zwischen unserer ostägyptischen, und der durch etwa 80 Meilen unbekannten Landes davon getrennten westägyptischen Miocän-Fauna vorhanden ist. Die grosse Verwandtschaft der beiden Faunen ist bereits durch Fuchs festgestellt, der auch die Fauna von Siwah untersuchte und zugleich mit einem Verzeichniss der beobachteten Arten (in Zittel's Abhandlung über die libysche Wüste S. 42) fast mit denselben Worten ein gleichlautendes Urtheil über das Alter und die Beziehungen zu anderen Faunen abgab, wie vorher für die Fauna vom Genef. Dennoch ist eine nicht unerhebliche Verschiedenheit zwischen den beiderlei Faunen bemerkbar, deren Vermittelung voraussichtlich die Untersuchung der noch unbekannten zwischenliegenden Gebiete bringen wird, über welche sich das Miocän sehr wohl von der Cyrenaica her nach Osten fort erstrecken könnte, so wie Zittel es vermuthet und auf seiner Karte dargestellt hat. Die Zusammengehörigkeit der Faunen giebt sich vornehmlich in der Uebereinstimmung der am häufigsten in beiden vorkommenden Austern- und Pecten-Arten zu erkennen. Von hervorragendem Interesse in dieser Beziehung sind *Ostrea Virleti* Desh. und *Pecten acuticostatus* Sow., zwei auch von Fuchs in beiden Faunen angeführte Arten. Die *Ostrea Virleti* beschrieb Deshayes aus Morea, und vermuthete, dass es dieselbe Auster sei, welche Brocchi der lebenden *O. hyotis* zustellte. Muthmaasslich ist es auch dieselbe Art, welche G. B. Sowerby als *O. hyotis* von Lissabon anführte und dieselbe miocäne Art, welche K. Mayer nach seinen neuesten Verzeichnissen nicht mehr von der lebenden *O. hyotis* zu unterscheiden weiss. Als *O. Virleti* stellt sie Abich vom Urmia-See dar, in Calabrien nannte sie Seguenza *Ostrea acuticosta*. Den Namen *P. acuticostatus* gab

G. B. Sowerby dem sehr unvollständigen Fragment einer Janira von Lissabon, die sich aber so bestimmt durch den Character kantiger Rippen von anderen ähnlichen Arten unterscheidet, dass gegen die Uebertragung des Namens auf die gemeine ägyptische Art nichts einzuwenden ist.

Das Ungleiche in den beiden Faunen wird sich vollständiger erst übersehen lassen nach dem Erscheinen der nach einer Mittheilung Zittel's bereits abgeschlossenen monographischen Bearbeitung der ägyptischen Miocän-Fauna von Fuchs. Hier möchte ich nur einer ausgezeichneten Scutella gedenken, welche dem ostägyptischen Miocän ganz eigenthümlich und in ihm sehr verbreitet ist. Fraas erhielt dieselbe ohne sichere Fundortsangabe und führte sie als ein fragliches Vorkommen unter den Eocän-Versteinerungen als *Scutella subrotundata* Lam. auf. Sie hat ganz die Grösse und Form dieser gemeinen miocänen Art von Bordeaux, unterscheidet sich aber nicht nur von ihr, sondern von allen anderen Scutellen und überhaupt von allen anderen Seeigeln mit blattartig abgeschlossenen Ambulakren, durch ein in beistehendem Holzschnitt anschaulich gemachtes, vollständig unregelmässiges Auseinanderlaufen der Porengänge am Ende des Ambulakralblattes. In sehr verschiedenem Grade ausgebildet fehlt diese Unregelmässigkeit doch an keinem Stück und macht die Art schon in kleinen Fragmenten kenntlich. Sie sei dem befreundeten hochverdienten Paläontologen gewidmet. Sehr verschieden von ihr ist die Scutella, welche in dem Verzeichniss der Fauna von Siwah (libysche Wüste S. 43) als *Scutella* n. sp. cfr. *subrotundata* aufgeführt wurde.



Scutella Zitteli.

Weder *Ostrea Virleti* noch *Pecten acuticostatus*, noch irgend ein anderes bezeichnendes Fossil der Miocänfaunen von Siwah und Genéf oder Dār-el-Bēda ist mir aus den jüngeren Tertiärbildungen zu Gesicht gekommen, welche im Nilthal bei Cairo, bei Gīze und bei den Pyramiden das ältere Tertiärgebirge bedecken. Auch hier sind es wieder eine Auster und ein Pecten, welche zuerst von Reisenden aus dem lockeren, den Boden bedeckenden Sande aufgehoben wurden. Auf die Auster bezieht sich die von Chemnitz nach Beschreibung der *Ostrea Forskalii* im Jahre 1785 zugefügte Bemerkung, dass er von dieser seltenen aus dem Rothen Meer stammenden Muschel auch ein paar versteinerte Doubletten besitze, die der selige Forskal aus Aegypten nach Kopenhagen gesendet habe. Wahrscheinlich wurden gleichzeitig an derselben Stelle die Stücke aufgehoben, denen Schlotheim 45 Jahre später, in der Petrefaktenkunde S. 244, den

Namen *Ostracites crist. cornucopiaeformis* »von Vadi-el-Melláha westwärts der Pyramiden von Sacara« gegeben hat. SCHLOTHEIM sagt handschriftlich, seine Stücke seien durh NIEBUHR (nicht SEETZEN, wie a. a. O. gedruckt ist) an CHEMNITZ, durch diesen an SCHROETER und so in seine Sammlung gekommen. Wir erhielten die Auster später aus der Gegend der Pyramiden durch H. ROEMER und durch SCHWEINFURTH; bei FRAAS ist sie unter *Ostrea undata* begriffen. Verglichen mit der Figur der *Ostrea Forskalii* bei CHEMNITZ (Fig. 671) unterscheidet sich die Auster des Nilthals durch etwas kürzere Form und durchschnittlich geringere Grösse, ebenso von Austern, die SCHWEINFURTH in der Ebene eine Stunde nördlich von Suēs (Fundort No. 13 der Karte) aufgehoben hat. Aus derselben Gegend, 6 Kilometer nördlich von Suēs, führt auch FUCHS die *Ostrea Forskalii* an (a. a. O. S. 36).

Der gewöhnliche, die kleine *Ostrea Forskalii* begleitende Pecten ist nicht zu unterscheiden von einer lebenden Janira des Rothen Meeres, die durch ein von HEMPRICH und EHRENBERG's Reise herrührendes Stück in der hiesigen zoologischen Sammlung vertreten ist. Hr. VON MARTENS ist mit mir der Meinung, dass es der *Pecten erythraeensis* Sow. ist und vielleicht wenig verschieden von der Art, die von ISSEL als *Pecten medius* aufgeführt wurde. Bei FRAAS erscheint die Art als *Pecten Dunkeri* MAYER und in den Verzeichnissen von FUCHS könnte es der *Pecten filosus* sein.

Die Austern- wie die Pectenschalen finden sich gern frei von jedem anhaftenden Gestein und dann von einer Festigkeit und Frische des Ansehens, wie man es nur bei sehr jungen aus recenten oder der Quartärzeit angehörenden Ablagerungen zu sehen gewohnt ist. Auch möchte ich glauben, so lange nicht andere Beobachtungen entgegenstehen, dass die Sande des Nilthales einer anderen, erheblich jüngeren Tertiärformation angehören als das Miocän von Siwah und Dār-el-Bēda. In dieselbe jüngere Tertiärformation würde auch der *Clypeaster aegyptiacus* zu versetzen sein, dessen Schalen so wenig verändert sind, dass in dem inneren unausgefüllten Hohlraum die Kiefertheile umherrollen und durch die offenen Ambulakralporen, wie QUENSTEDT berichtet, Borsten gezogen werden können. Auffallend ähnlich, wenn nicht ident, ist der *Clypeaster pliocaenicus* bei SEGUENZA, Form. terz. di Reggio 1880 Tab. 15 Fig. 27.

Sollte man hiernach zu dem Schluss gelangen, dass die Tertiärformation des Nilthals etwa der Pliocänzeit angehöre mit einer Molluskenfauna, die mehr Analogien mit der Fauna des Rothen Meeres, als mit der des Mittelmeeres und derjenigen europäischer Pliocänbildungen besitzt, so würden erst in der nachfolgenden Quartärzeit die Wasser des Nils in den früheren Meerbusen eingetreten sein: sie

würden, wie die Untersuchungen von Fuchs anzunehmen nöthigten, in dieser Zeit noch verhindert gewesen sein, nach dem Mittelmeer abzufliessen und hätten zuerst ihren Lauf in der Richtung zu der heutigen Landenge von Suēs hin genommen. Aus dieser Zeit her könnten auch das *Cerithium conicum* und der *Cyprinodon* in den Salzsümpfen von Siwah zurückgeblieben sein. Man hat zu beachten, dass *Cerithium conicum* und *Cardium edule* und noch mehr der *Cyprinodon* ebensogut dem Rothen Meer wie dem Mittelmeer angehören, und dass *Cerithium conicum* und *Cardium edule* die einzigen an das Mittelmeer erinnernden Arten waren, die Fuchs in der Mitte des Isthmus als wesentliche Elemente einer verarmten Fauna des Rothen Meeres vorfand.

Sehr unwahrscheinlich ist es, dass sich die jungen Tertiärbildungen von Cairo im Nilthal aufwärts weit über die Gegend der Pyramiden hinaus verbreiten. Ein von Schweinfurth auf seiner Karte von 1879 in der Landschaft Fayūm an der Westseite des Birket-el-Qurūn angezeigtes Miocän, welches auch auf der Zittel'schen Karte angegeben ist, hat mit den Ablagerungen des Nilthals nichts gemein und wird eine andere Deutung erleiden müssen. Eine ausgeführtere Mittheilung hierüber nach Sammlungen Schweinfurth's vom Jahre 1879 soll den Gegenstand einer besonderen späteren Mittheilung ausmachen.

Es ist noch übrig zu erörtern, in wie weit die vorliegenden Beobachtungen gestatten, sich eine Vorstellung zu bilden über das räumliche Verhalten der im Gebirge zwischen Cairo und Suēs aufgefundenen Miocänbildungen zu einander und zu den umgebenden Formationen. Zunächst bezeichne ich auf der beigegebenen Karte diejenigen Fundstellen von Versteinerungen, welche ohne Zweifel älteren, auch aus der Umgebung des Mokattam bei Cairo gekannten Ablagerungen angehören. Es sind dies die Fundstellen No. 4, 6, 7, 8, 9 und 10, deren genauere Lage von Schweinfurth in folgender Weise bezeichnet wird:

4. »auf dem Rücken des Gebel Auwēbed im mittleren Theil des Berges in etwa 1000 Fuss Meereshöhe«;

6. »gelbe ockerhaltige Bänke in WNW. $^1/_4$ Stunde von der Austrittsstelle des Wadi Hamáta aus dem Nordabfall des Gebel Atáka, Nordwestecke desselben«;

7. »gelbe Bänke am Fuss des Nordabhangs des von der Nordwestecke des Gebel Atáka von WNW. nach OSO. vorgezogenen Rampenhügels, Westecke desselben, $1^1/_2$ Stunden in WNW. von der Austrittsstelle des Wadi Hamáta«;

8. »Carolia-Felsen, gelbe Hügel am Ostabhange des Gebel-el-Wobr auf der Wasserscheide zwischen Mittelmeer und Rothem Meer, nahe am Ursprung des Wadi Haggu«;

9. »Wadi Haggu, 2 Stunden vom Ursprunge an der Thalböschung, im Niveau des Bettes;«

10. »Témoinartiger weithin sichtbarer Hügel 1/4 Stunde in West von Wadi Haggu, 2 1/2 Stunden von seinem Ursprunge.«

Von besonderem Interesse durch ihre anderweitige Verbreitung ist an der Fundstelle No. 8, dem »Carolia-Felsen«, das Auftreten der Gattung Carolia, dem merkwürdigen Bindeglied zwischen Placuna und Anomia, welches bis jetzt dem ägyptischen Tertiär eigenthümlich angehört. Fraas kannte dieselbe bereits verbreitet bei Cairo am Mokattam, zu Cafra bei Gîze und aus dem Wadi Dugla (»Wadi-el-Tih«). Wir hatten sie früher aus der Steudner'schen Reise ohne Fundort aus einem glaukonitischen Mergel, vergleichbar den Mergeln vom Doberg bei Bünde. Schweinfurth sammelte sie im Jahre 1879 östlich von Basatin bei Cairo in der Gegend des Fundorts No. 14 unserer Karte, und traf sie in demselben Jahre wieder im Innern des Gebirges auf der Wasserscheide zwischen den Thälern Wadi Dugla, Wadi Gendeli und Wadi Ramlieh, dann fand er sie im Jahre 1881, wie auf der Karte des Dr. Riebeck angegeben ist, im Wadi Batāt, oberhalb der Fundstelle miocäner Versteinerungen; überall bildet sie Bänke gleich Austern.

Nicht minder wichtig ist die Verbreitung einer sehr eigenthümlichen Auster, welche Bellardi aus einer Sammlung von Versteinerungen, die ohne alle Fundorte durch den Dr. Clot-Bey nach Turin gekommen war, als *Ostrea Clot-Beyi* beschrieb und vortrefflich abbildete. Auch diese Art ist bei Cairo verbreitet. Es ist der *Ostracites crist. planulatus* in Schlotheim's Petrefaktenkunde S. 241 vom »Vady el Melláha westwärts von den Pyramiden zu Sacara«. Fraas sammelte sie am Mokattam, unterschied sie aber nicht von der *Ostrea Forskalii*. Schweinfurth sah von dieser Auster eine etwa zwei Meter mächtige Bank östlich vom Mosesbrunnen in der Richtung zum Steinernen Wald, d. i. an der Nordseite des Mokattam, wo Fraas (aus dem Orient S. 158) das Vorkommen von Knochen und Schildern von Schildkröten und Cetaceen beschreibt. Von den oben aufgeführten Fundstellen bezeichnen No. 7 und 9 Bänke der *Ostrea Clot-Beyi*.

Ausser den vorigen treten in gesonderten Bänken, ebenso wie im Wadi Dugla und anderwärts bei Cairo andere Austern auf, welche europäischen Arten ähnlicher sind. Dahin gehören die von Fraas als *Ostrea Suessoniensis* und *Ostrea flabellula* aufgeführten Formen und als interessante Abänderung auch die exogyrenartige *Ostrea Reilii*. Deckelklappen solcher Austern nannte Schlotheim *Ostracites orbiculatus* (Petref. S. 236) »an der Nordseite des Sees Elkörrée, Prov. El Fejum in Arabien«, d. h. vom Ufer des Birket el Qurūn, den Schlotheim nach

Arabien verlegte. Der Fundort No. 6 in obigem Verzeichniss gehört zu Austern dieser Gruppe. Besonders reich daran ist anderwärts das Wadi Gendeli etwa in der Mitte zwischen Dār-el-Bēda und G. Chareibūn.

Durch andere Vorkommnisse zeichnen sich die beiden Fundorte 4 und 10 aus. An letzterer Stelle allein fand sich von Seeigeln eine Echinolampas-Art von eiförmigem Umriss, ähnlich *E. globulus* LAUBE bei LORIOL Éch. de l'Égypte 1881 T. 7 f. 1—5. Wichtiger ist die Fundstelle 4 auf der Höhe des Gebel Auwēbed, wo ein reichhaltiges Lager von Korallen entdeckt wurde, begleitet von Vulsellen und Gastropoden. Die beiden häufigsten Arten werden sich schwer von zwei Korallen unterscheiden lassen, die in den südalpinen Oligocänbildungen eine grosse Verbreitung besitzen: der *Dictyarea elegans* und *Dendracis Haidingeri* bei REUSS, 1868, Studien I S. 35, T. 15 f. 6, 7 und 1864 Oberb. T. 8, f. 2—5. Für erstere Art könnte sonst nur die ältere nahestehende *Alveopora elegans*, MICH. T. 63, f. 6, aus den Corbières zur Vergleichung herangezogen werden.

Sehr zu bemerken ist, dass mit den aufgeführten bezeichnenden Versteinerungen an keiner Stelle Formen gefunden wurden, welche auf die älteren bei Cairo auftretenden Eocän-Bildungen, den Baustein von Cairo oder noch Tieferes hinweisen. Alles scheint vielmehr nur eine Fortsetzung oder Wiederholung der aufwärts im Wadi Dugla auftretenden Ablagerungen, welche die oberen der vier von FRAAS unterschiedenen Eocän-Stufen ausmachen und die kaum für älter als obereocän zu halten sind. Diese Formation allein scheint sich in der Gegend der Wasserscheide vom G. Chareibūn und dem W. Gendeli zum G. Atáka hin auszubreiten und das Miocän des W. Haggu an der Südseite des G. Atáka vollständig zu trennen von den nördlicheren Miocän-Lagern zwischen G. Atáka und G. Auwēbed und dem bei Dār-el-Bēda. Zweifelhaft bleibt, ob die letzteren mit einander in Verbindung stehen und ebenso, ob das Miocän von Dār-el-Bēda mit dem zusammenhängt, was FRAAS an der Nordseite des Gebel Auwēbed gesehen hat. Ganz getrennt liegt jedenfalls die von FUCHS am nördlichen Fuss des G. Genèf beobachtete Ablagerung.

Bringt man mit obigem Verhalten die positiven Angaben von FRAAS in Verbindung, nach welchen G. Genèf, G. Auwēbed und G. Atáka gleich gebaute, an ihrer Nordseite steil abgeschnittene Gebirgsstöcke sind mit geneigten südwärts einfallenden Schichten, so gewinnt man die Vorstellung, dass parallele Bruchlinien nicht nur die Form jener Gebirgsstöcke, sondern auch die Zerstückung der das ältere Tertiär bedeckenden Miocän-Bildungen hervorriefen. Hierzu passt auch das von SCHWEINFURTH an die Nordseite des G. Atáka verlegte Auftreten der Kreideformation — »DUSSAULT's Steinbruch mit

Hippuriten« —, aber nicht die hypothetisch auf der ZITTEL'schen Karte der Formation gegebene Verbreitung an der Südseite des G. Atáka.

Aelter als die Formation mit den Bänken der *Ostrea Clot-Beyi* und der Carolien muss die mächtige Kalksteinformation sein, aus welcher die Hauptmasse des gegen 900 Meter hohen G. Atáka besteht, ebenso die Formation des Galāla-Gebirges, dessen mittlere Höhe am Nordrande auf der RIEBECK'schen Karte zu 1300 Meter angegeben wird, und dessen bizarre Formen von der Höhe des G. Gharebūn aus gesehen, diesen Reisenden an Bilder aus den norischen Alpen erinnerte. Man kann doch nur denken, dass diese Kalksteinformation über die Hochflächen der ostägyptischen Gebirgswüste fort in Verbindung stehe mit dem, was ZITTEL's Karte als die ältere libysche Stufe der Nummulitenformation darstellt.

Sehr unsicher bleibt noch nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen die Beantwortung der Frage, welche Altersstellung, zwischen oder über den in Betracht gezogenen Tertiärbildungen, dem Sandstein des Gebel Achmar, des »Rothen Berges« oder der Formation des »Steinernen Waldes« einzuräumen sei. SCHWEINFURTH sah in dem Gebiet, welches unsere Karte umfasst, an verschiedenen Stellen isolirte Hügel aus rothem Gestein, ähnlich dem des Gebel Achmar zusammengesetzt; auf der RIEBECK'schen Karte sind sie eingezeichnet als Gebel Chēschen an der Nordseite des W. Gendeli, dann östlich des Gebel Gharebūn und südlich des Gebel Ramlieh, überall an Stellen, wo sehr wohl die gleiche Formation wie am Mokattam die Unterlage des Sandsteins ausmachen könnte. Ferner traf er auf seiner Reise 1880 an der Austrittsstelle des W. Gjäffara aus dem Gebirge, $5\frac{1}{2}$ Stunden SO. von Belbēs, die »Fraashöhe« zusammensetzend, ein Gestein (No. 15 der Karte), welches er, gleich den vorigen, als der Formation des Gebel Achmar angehörig bezeichnete. Das als Probe gesendete Gestein, von intensiv rother Färbung, ergab sich bei näherer Prüfung als ein ziemlich reiner Kalkstein mit äusserst geringfügiger Beimengung von Quarzkörnern.[1]

[1] Nach Untersuchung des Hrn. Dr. ARZRUNI ist das Gestein ein ziegelrother, eisenschüssiger Kalkstein, durchzogen von krummschaligen 3—5 mm. dicken Kalkspathlagen, die an der gerundeten Aussenfläche des Gesteins in Gestalt schärferer Gräte hervortreten in Folge ihrer grösseren Widerstandsfähigkeit der Zersetzung gegenüber. Im Dünnschliff erkennt man, neben dem vorherrschenden Kalkspath (mit deutlichen Spaltungsdurchgängen), sparsam kleine Quarzkörner und Durchschnitte, welche an solche organischer Reste, und zwar eher an pflanzliche als an Foraminiferen, erinnern. Mit Säure behandelt, löst sich das Gestein zu einer dunkelgelben Flüssigkeit fast gänzlich auf, bis auf einige wenige braune Thonflocken und Quarzkörner, welche letzteren etwa $\frac{1}{10}$ Prozent des ganzen Gesteins ausmachen (0.5162 Gr. des Kalksteins lieferten 0.0005 Gr. Quarz).

Sollte dieses Gestein zu der Sandsteinformation des Gebel Achmar gehören, so würde letztere hier, unter der Voraussetzung wenig geneigter Schichtenstellung, die Unterlage des Miocän von Dār-el-Bēda ausmachen und somit die Stellung zwischen Eocän und Miocän erhalten, welche FRAAS für die Formation annahm. Erschwerend für eine solche Deutung bleibt jedoch, dass nirgends in der Umgebung des Gebel Atáka, wo überall die Formation des Wadi Dugla mit ihren charakteristischen Versteinerungen in geringer Entfernung von dem marinen Miocän getroffen wurde, eine Beobachtung über das Vorhandensein eines die beiden Formationen trennenden Sandsteingebildes gemacht wurde. Wäre man genöthigt, die Sandsteinformation des Gebel Achmar für unregelmässig übergreifend über verschiedene ältere Formationen und auch für jünger als das marine Miocän von Dār-el-Bēda anzusehen, so hätte man sie in die Zwischenzeit zwischen der Ablagerung des letzteren und der jüngeren Meeresbildung des Nilthals zu versetzen. Aber weder die Darstellungen von FRAAS noch die genaueren älteren Beschreibungen von NEWBOLD (im Quart. Journ. der Londoner geologischen Gesellschaft von 1848) erlauben mit ZITTEL an ein Diluvialgebilde zu denken.

Von allgemeinerem Interesse ist schliesslich noch das Vorkommen jüngerer vulkanischer Eruptivgesteine in der Gegend von Abu Zábel am Ismaïlia-Kanal, von deren nicht unansehnlicher Verbreitung die in grösserem Maassstabe ausgeführte Kartenskizze Taf. V eine Vorstellung geben soll. SCHWEINFURTH begleitete die Zusendung der betreffenden Gesteine mit der Bemerkung, dass FIGARI in den Studi sc. sull' Egitto p. 170, 171 eine kurze, bisher aber wenig beachtete Notiz von dem Vorkommen gegeben habe. Eine genauere, petrographische Untersuchung dieser Gesteine ist von Hrn. Dr. ARZRUNI ausgeführt worden.

Das Hervortreten vulkanischer Gesteine am Ismaïlia-Kanal fordert vor Allem zu einer Vergleichung auf mit dem Auftreten des Basaltes in der Oase Beharīeh, welchen die ZITTEL'sche Karte als umgeben von Kreidegesteinen darstellt. Da über das jüngere tertiäre Alter der Basalte von Abu-Zábel kein Zweifel obwalten kann, so wird man bei der Gleichartigkeit der beiderlei Gesteine geneigt sein, auch den Basalt der Oase Beharīeh in die Tertiärzeit zu versetzen, und man kann hierbei dem Umstand Rechnung tragen, dass die Annahme des Vorhandenseins der Kreideformation in der Oase Beharīeh nicht auf sicheren Beobachtungen beruht. Nachdem SCHWEINFURTH im Jahre 1881 auf der Reise mit Dr. RIEBECK (dessen Tagebuch S. 8) am Nordfuss des Galāla-Gebirges zahlreiche Trümmer eines ähnlichen Gesteins antraf, die nur aus diesem Gebirge herabgeführt sein können, so

wird es sogar wahrscheinlich, dass Durchbrüche jüngeren vulkanischen Gesteins im ägyptischen Tertiär nicht zu ungewöhnlichen Erscheinungen gehören.

Anhang.

Untersuchung der vulcanischen Gesteine aus der Gegend von Abu-Zábel am Ismaïlia-Canal durch Hrn. Dr. Arzruni.

Auf Veranlassung des Hrn. Geheimrath Beyrich und im Anschluss an seine Arbeit »Ueber geognostische Beobachtungen G. Schweinfurth's in der Wüste zwischen Cairo und Sues« habe ich die von Hrn. Professor Schweinfurth bei Abu-Zábel gesammelten vulcanischen Gesteine untersucht. Diese Basalte verdienen, als die ersten sicheren Funde jüngerer Eruptivgesteine zwischen dem Nil und dem Rothen Meer, ein besonderes Interesse, und auch deswegen, weil sie die ersten westlich der Basalte des Haurans und Syriens auftretenden sind.

Die Oertlichkeiten, von welchen die im Folgenden näher beschriebenen Gesteine entnommen wurden, entsprechen auf der dem Aufsatze des Hrn. Geheimraths Beyrich beigegebenen Kartenskizze Taf. V den Ziffern 1 und 2, auf Taf. IV den Ziffern 16 und 17. Die mit Anführungszeichen versehenen Ueberschriften sind genaue Abschriften der Originaletiquetten des Hrn. Prof. Schweinfurth.

»Hügel im N. von Abu-Zábel, nahe dem Dorfe der Araber Musa, am Rande des Culturlandes.«

Perlgrauer feinkörniger Dolerit (Plagioklasbasalt), in dem mit blossem Auge einzelne, bis 0.5 cm lange, glänzende, farblose Plagioklase, grosse Olivinkörner, abgerundete braune Augite und hier und da mit Kalkspath ausgefüllte Drusenräume wahrzunehmen sind. Der Kalkspath bildet auch Adern, Gänge und Ueberzüge, ist in sehr bedeutender Menge vorhanden und veranlasst ein starkes Brausen des Gesteins beim Befeuchten desselben mit Säure. An den Absonderungsflächen zeigt das Gestein eine braune, eisenschüssige Verwitterungskruste, deren braunes Product auch als Kluftausfüllung auftritt.

Unter dem Mikroskop erscheint die Masse durchweg krystallinisch; der entschieden vorwiegende Plagioklas ist frisch, mit schöner, feiner Zwillingsstreifung, seltener mit einer doppelten, gitterförmigen Verwachsung. Deutlicher als die Spaltungsdurchgänge sind unregelmässig verlaufende Sprünge, in die fast ausnahmslos Kalkspath eingedrungen ist. Der Augit ist schwach gelb gefärbt, kaum pleochroïtisch. (In Durchschnitten parallel zur Symmetrieebene wurde zwischen Auslöschungsrichtung und Verticalaxe genau 38°, aber auch 34—35° gemessen. Die Schnitte senkrecht zur Symmetrieebene lieferten für den von den beiden Spaltungsrichtungen gebildeten Winkel, also 110·110=88—89°.) Das Magneteisen findet sich in frischen, nirgends von einem Umwandlungsproduct umgebenen scharfbegränzten Krystallen (gemessen: 90° und 120°, was auf Durchschnitte von Rhombendodekaëdern hinweist) und stabförmigen, verzweigten Gruppirungen (die Neigung der Zweige zu einander = 120°, resp. 60°; auch andre Winkelwerthe wurden gemessen, welche indessen wohl auf eine schiefe Lage im Schliff zurückzuführen sind). Zum Theil ist es in kleineren Körnern im Plagioklas, häufig dessen Längsrichtung nach mehrere Parallelreihen bildend, eingeschlossen. Der Olivin, obwohl in grösseren Körnern mit blossem Auge erkennbar, scheint sich vorwiegend an einzelnen Punkten im Gestein angehäuft zu haben, so dass der Schnitt kein einziges Korn getroffen hat. Der Apatit ist nicht mit Sicherheit nachweisbar. Der Kalkspath — wohl aus Augit hervorgegangen — in zahlreichen zersetzten Partieen, als Ausfüllung von Rissen der übrigen Mineralien und von Zwischenräumen zwischen denselben, oft von einer braunen opaken Masse (Eisenoxydhydrat?) begleitet. Die verwitterte Kruste des Gesteins zeigt sehr deutlich die Erscheinung der Aggregatpolarisation.

Von demselben Fundpunkte liegt ferner vor: ein dunkelgrauer, feinkörniger Dolerit von viel frischerem Aussehen als der vorige, mit einzelnen grösseren und zahlreichen kleineren meist frischen Olivinkörnern; zerstreut liegen grössere Krystalle von Plagioklas und Augit. Unter dem Mikroskop erweisen sich die grösseren Plagioklas-Krystalle nicht so frisch, wie die kleineren. Während letztere vollkommen scharfe Auslöschungen zeigen und eine durchgängige feine polysynthetische Zwillingsverwachsung (es wurde von der Zwillingsgränze nach beiden Seiten hin als Neigung der Auslöschungsrichtung gemessen: 30° und 32°, seltener 28°), sind die grösseren etwas trübe, theilweise zonal aufgebaut (die zonalen Streifensysteme stossen unter 94—96°, entsprechend der Neigung 001·010, zusammen) und seltener als die kleineren polysynthetisch verwachsen. Dagegen trifft man Zwillinge nach dem Albitgesetz wiederum unter

einem fast rechten Winkel miteinander verwachsen — vielleicht sind es Verwachsungen nach dem Bavenoer Gesetz, die Grössen der Auslöschungswinkel lassen jedoch keine unzweifelhafte Entscheidung zu. Der Augit tritt hier meistens in grösseren Krystallen auf (in einigen Schnitten wurde für die Neigung der Auslöschung der Verticalaxe zu 35—36° gefunden, während in den charakteristischen achteckigen Durchschnitten sich der Spaltungswinkel zu $86\frac{1}{2}°$ ergab), die häufig den Olivin umgeben und Magnetitkörner führen. Der reichlich vertretene Olivin ist zum Theil so frisch, dass die Sprünge keinerlei Zersetzung aufweisen, an andren Stellen aber fast vollkommen umgewandelt, so dass in der braunen opaken Masse kaum noch Kerne doppelbrechender Substanz zu erkennen sind. Die Eisenoxyd-Ausscheidungen sind nicht ausschliesslich braun, manchmal fast canariengelb, und bilden häufig concentrisch-wellige Ausfüllungen der Zwischenräume. Zum Theil dürften es durch Eisenoxyd gefärbte Chalcedon-Infiltrationen sein. Ebenso gefärbte Einschlüsse von unregelmässigen Umrissen sind in den Augiten sowohl, wie in den Plagioklasen enthalten, wogegen der Olivin einschlussfrei ist. Das Magneteisen in rechteckigen und rhombischen Durchschnitten von 120° ist auch hier angetroffen worden, sowie die bereits erwähnten stabförmigen verzweigten Gruppirungen, welche indessen in diesem Gestein viel seltener sind, als im vorherbeschriebenen. Der Apatit scheint meistens in unmittelbarer Nähe des Plagioklases, oder in demselben am Rande aufzutreten, in farblosen, dünnen Säulchen, die manchmal so lang sind, dass sie über das ganze Gesichtsfeld (Objectiv Hartnack Nr. 7) hindurchziehen. Auch zierliche Hexagone sind beobachtet worden.

»Aus dem Bette des Ismaïlia-Kanals, 7 km im NO. von Abu-Zábel«.

Braungrauer Dolerit von gleichmässigerem Korn als die beiden obigen, etwas porös, mit Chalcedon-Mandeln und von Kalkspath ausgekleideten Hohlräumen. Auch hier unterscheidet man mit unbewaffnetem Auge Plagioklase (bis 0.5 cm. lang) Olivinkörner und Augitcrystalle. Unter dem Mikroskop verhält sich dieser Dolerit ebenso wie der vorige. Hervorzuheben wäre das häufigere Vorkommen von senkrechter Durchkreuzung der Plagioklas-Lamellen, das Zurücktreten des Magneteisens, dessen verzweigte Aggregate hier fast gänzlich fehlen, das reichlichere Auftreten des Apatits, welchem übrigens nicht alle farblosen dünnen Nädelchen zuzurechnen sind, da einige

derselben entschieden dem Plagioklas angehören. Die Magnetit-Einschlüsse beschränken sich vorwiegend auf den Plagioklas[1].

Wollte man die eben beschriebenen Dolerite mit anderen basaltischen Gesteinen vergleichen, so läge es nahe, vor Allem die in den benachbarten Gebieten auftretenden zu berücksichtigen, d. i. den Plagioklasbasalt von der Oase Beharîeh im Westen und diejenigen aus Syrien, im Osten unseres Gebietes. Ueber den ersteren liegen Angaben von ZIRKEL vor (ZITTEL: Ueber den geologischen Bau der libyschen Wüste, München 1880, S. 33), während die syrischen neuerdings von J. ROTH nach von Prof. SACHAU mitgebrachten Handstücken beschrieben worden sind (Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1881, S. 41). Durch die Zuvorkommenheit der HH. ZITTEL und ROTH ist es mir möglich gewesen, auch ihr Material zum Vergleich heranzuziehen, wobei ich zum Schlusse gelangte, dass zwischen sämmtlichen Vorkommnissen wesentliche Unterschiede nicht vorhanden sind. Zieht man aber Einzelheiten in Betracht, so ergiebt sich Folgendes:

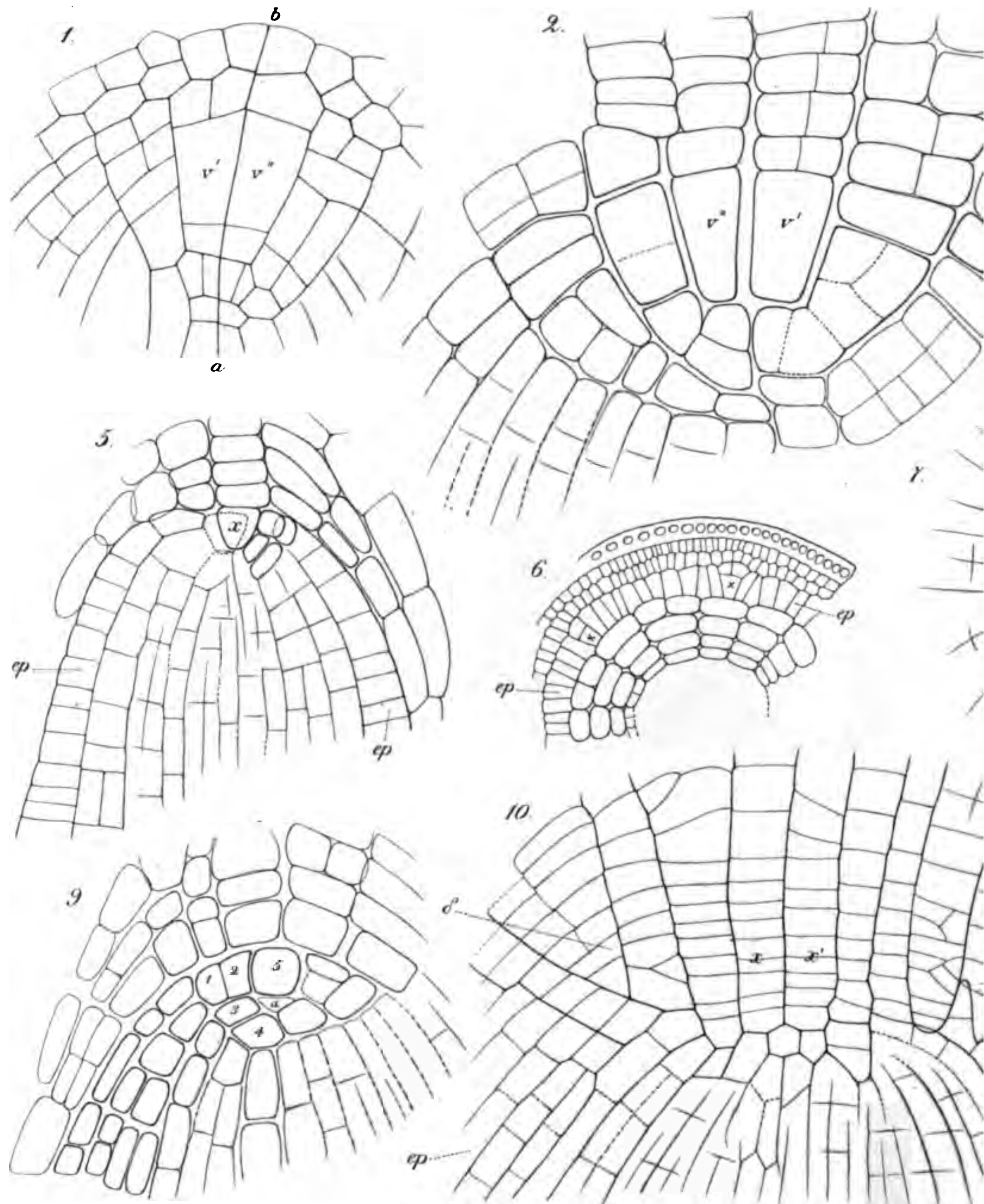
Vom Plagioklasbasalt von Beharîeh weichen die ostägyptischen durch das Fehlen der plattigen Absonderung ab und in der Mikro-Structur durch das nicht sicher nachweisbare Vorhandensein des Biotit, der Glaseinschlüsse und Gasporen im Augit, der schlauchförmigen Poren im Olivin, des eigenthümlichen Netzwerkes von Mikrolithen im Plagioklas, welcher letztere Gemengtheil, nach ZIRKEL, sonst einschlussfrei ist und einen Zonenaufbau nicht wahrnehmen lässt. An den Dünnschliffen des Basaltes von Beharîeh, welche Hr. ZITTEL mir zum Vergleich zu senden die Güte hatte, ist es mir gelungen, im Plagioklas, ausser den Mikrolithen, noch doppelbrechende schmutzig-graubraune, meistens an bestimmten Stellen gehäufte kugelige Körperchen, sowie Apatitnadeln zu beobachten. Dass an den Plagioklasen des ostägyptischen Basaltes, wenn auch selten, ein Zonenaufbau beobachtet wurde, ist bereits oben erwähnt worden; der Plagioklas ist aber in denselben, zum Unterschied von demjenigen des Gesteins von Beharîeh, zugleich der einschlussreichste Gemengtheil, womit auch wohl

---

[1] Von demselben Punkte liegt ein verwitterter, hellgrauer Basalt mit Pseudomandelstein-Structur vor. Hohlräume erfüllt mit Grünerde und rhomboëdrischen Carbonaten; hier und da Quarz. Olivin nicht zu erkennen, dagegen einige Plagioklascrystalle. Mikroskopisch ist das Gestein nicht untersucht worden.

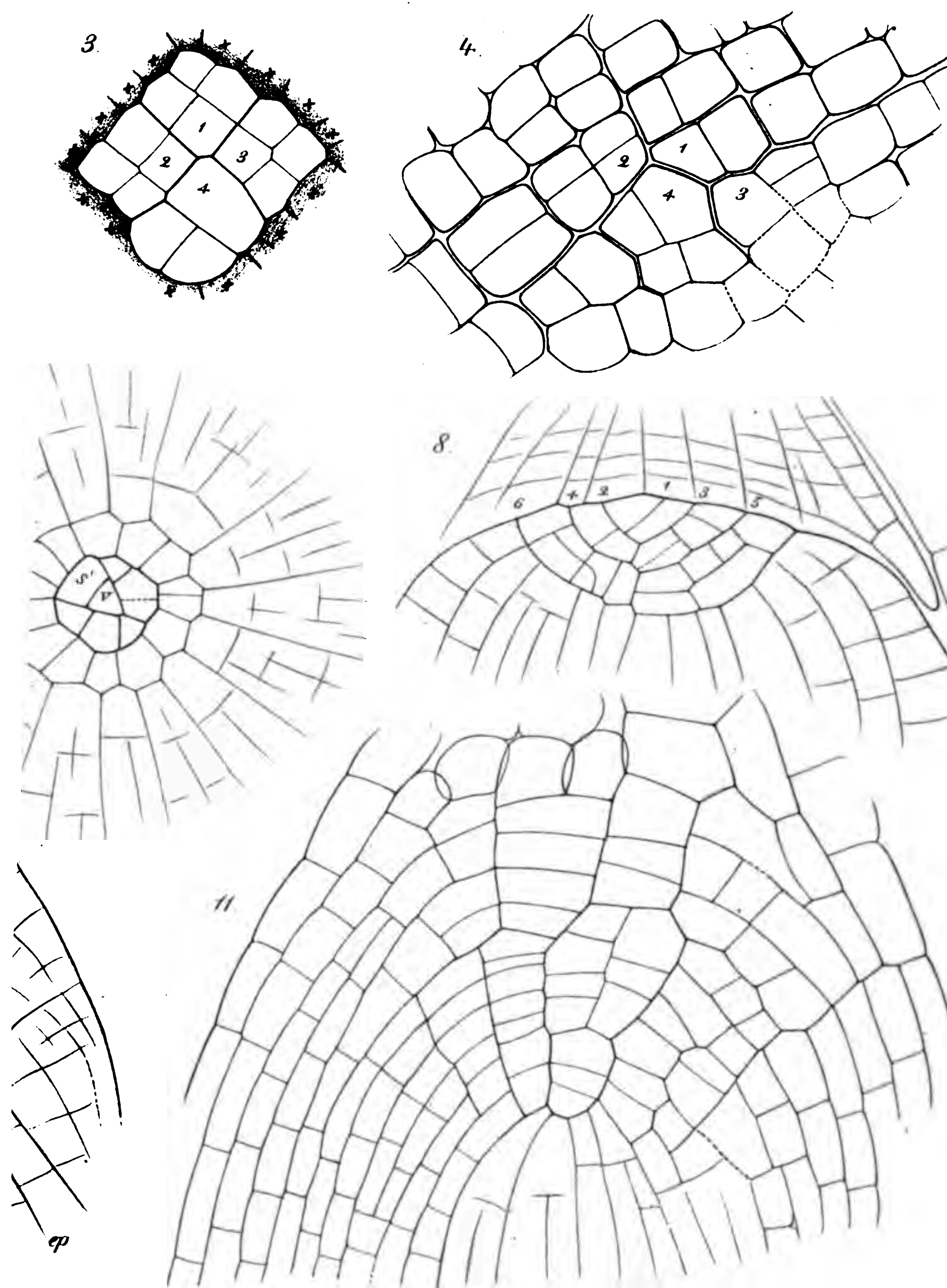
seine, im Vergleich mit den übrigen Gemengtheilen anzunehmende, spätere Bildung im Einklange steht. In einem der Hrn. Zittel gehörenden Schliffe sah ich auch bei einem grösseren Augit einen deutlichen Zonenaufbau und in fast allen gerundete doppelbrechende Einschlüsse (gerade so aussehend wie diejenigen im Plagioklas), dagegen keinen Biotit. Die Apatitkrystalle sind darin viel voluminöser, das Korn des Gesteins durchschnittlich grösser und gleichmässiger als in den ostägyptischen, in welchen einzelne Krystalle aller drei Silicate sowohl in der Makro- wie in der Mikro-Structur entschieden porphyrisch hervortreten.

Was die syrischen Basalte betrifft, so sind sie von den hier beschriebenen kaum zu unterscheiden. Zu der sehr kurzen Beschreibung derselben durch Prof. Roth möge es mir gestattet sein, hinzuzufügen, dass auch zwei von ihnen, nämlich die von den Ruinenstätten Zebed und Khunâsara im O. resp. SO. von Aleppo, reichlich Apatit enthalten, wogegen dieses Mineral in dem dritten, von der Klosterruine Saibidi herstammenden nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen werden konnte.



Westermeier del.

Schwendener, Scheitelwachsthum



C.F. Schmidt lith.

er Phanerogamenwurzeln.

Ueber das Scheitelwachsthum der Phanerogamen-Wurzeln.

Von S. Schwendener.

Hierzu Taf. VI und VII.

Die Literatur über das Spitzenwachsthum der Wurzeln ist in neuerer Zeit durch eine Reihe grösserer und kleinerer Arbeiten bereichert worden,[1] welche jedenfalls das eine sichere Ergebniss liefern, dass bei den Phanerogamen Verschiedenheiten des Wachsthums vorkommen, welche die Aufstellung mehrerer Typen und bei einigen derselben die Annahme gesonderter Histogene rechtfertigen. Sobald es sich aber darum handelt, diese Wachsthumstypen zu charakterisiren und von einander abzugrenzen und die Beziehungen der Histogene zu den bekannten Dauergeweben des fertigen Zustandes festzustellen, gehen die Ansichten immer noch so erheblich auseinander, dass es für Diejenigen, welche diese Fragen nicht aus eigener Anschauung kennen, fast unmöglich ist, sich hierüber eine selbstständige und wohl motivirte Meinung zu bilden. Schon das thatsächliche, jeder theoretischen Deutung entkleidete Beobachtungsmaterial enthält manche wider-

[1] Die wichtigeren dieser Arbeiten, auf die ich im Folgenden wiederholt Bezug nehmen werde, sind:

J. Hanstein, Die Entwicklung des Keimes der Monocotylen und Dicotylen. (Bot. Abh. a. d. Geb. d. Morphol. u. Physiol. Bd. I, 1. Heft).

J. Reinke, Unters. über Wachsthumsgeschichte und Morphologie der Phanerogamenwurzel (ebenda, Bd. I, 3. Heft).

E. de Janczewski, Recherches sur l'accroissement terminal des racines dans les Phanérogames (Ann. sc. nat. Botanique, 5. série. t. XX).

H. G. Holle, Ueber den Vegetationspunkt der Angiospermenwurzeln (Bot. Ztg. 1876).

M. Treub, Le meristème primit. de la racine dans les Monocotylédones, Leiden 1876.

Jakob Eriksson, Ueber das Urmeristem der Dicotylenwurzeln (Pringsheim's Jahrb. XI, S. 380).

Ch. Flahault, Recherches sur l'accroissement terminal de la racine chez les Phanérogames (Ann. sc. nat. 6. série t. VI).

Bezüglich der weiteren einschlägigen Veröffentlichungen verweise ich auf die letztgenannten Autoren.

sprechende Angaben, deren kritische Sichtung nur auf Grund eigener Beobachtungen ausführbar ist, und rechnet man hierzu noch die verschiedenen subjectiven Deutungen, welche die beobachteten Thatsachen erfahren haben, so wird dadurch die Schwierigkeit einer richtigen Auswahl noch erhöht.

Für mich, der ich das Scheitelwachsthum seiner geometrischen Beziehungen wegen in meinen Specialvorlesungen zu behandeln pflege, war diese Divergenz der Ansichten stets eine Quelle von Verlegenheiten. Ich entschloss mich daher, eine Anzahl von Wurzeln selbst zu untersuchen, um auf diese Weise einen festen Halt zur Beurtheilung der vorhandenen Arbeiten zu gewinnen. Hierbei wurde ich von meinem Assistenten, Hrn. Dr. Westermaier, dem ich die Herstellung der sämmtlichen Präparate überliess, bestens unterstützt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den folgenden Mittheilungen enthalten.

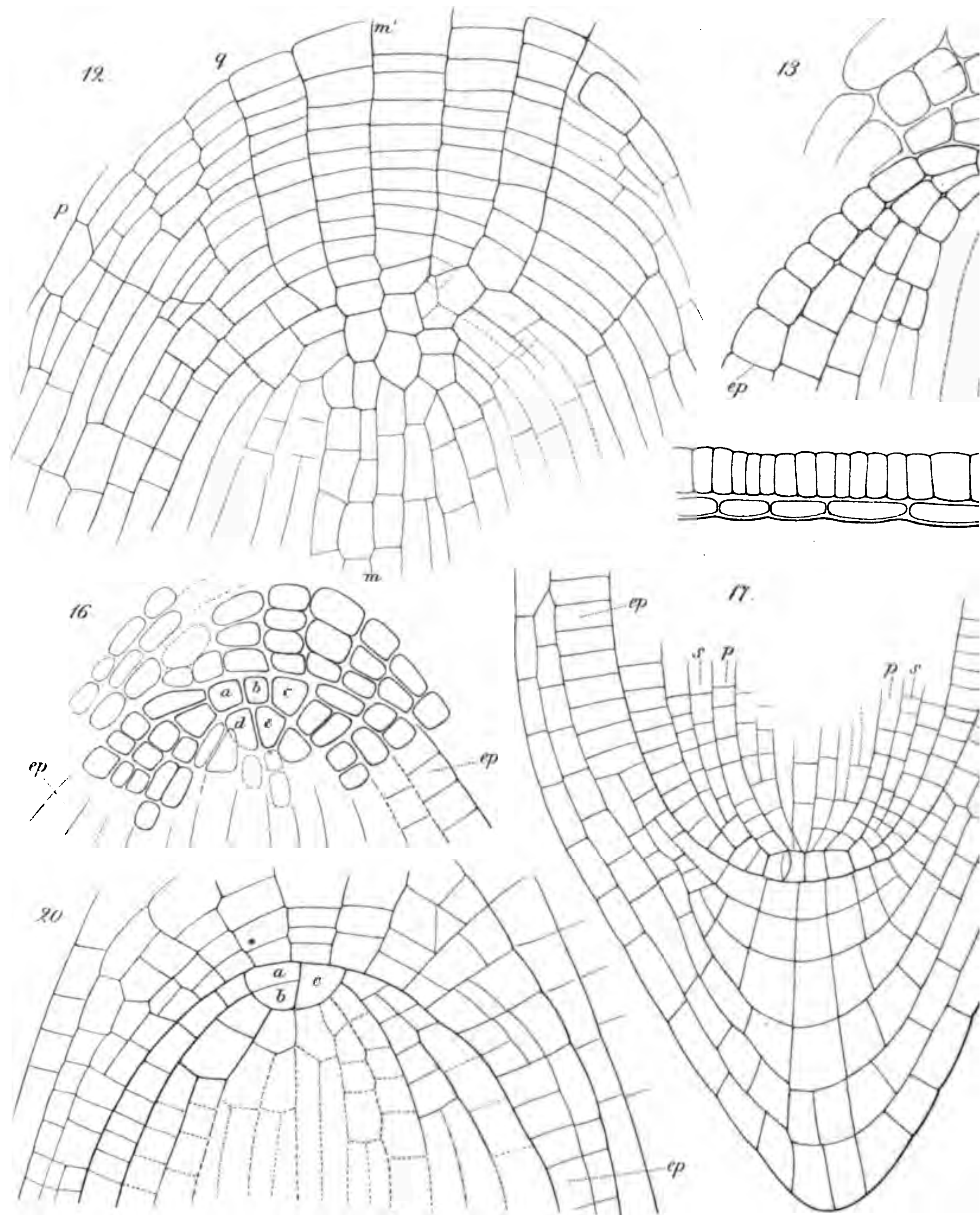
I.

Fragen wir zunächst, was auf Grund der bisherigen Untersuchungen als thatsächlich festgestellt zu betrachten ist, so lässt sich die Antwort in folgende Punkte zusammenfassen.

(*) Dicotylen.

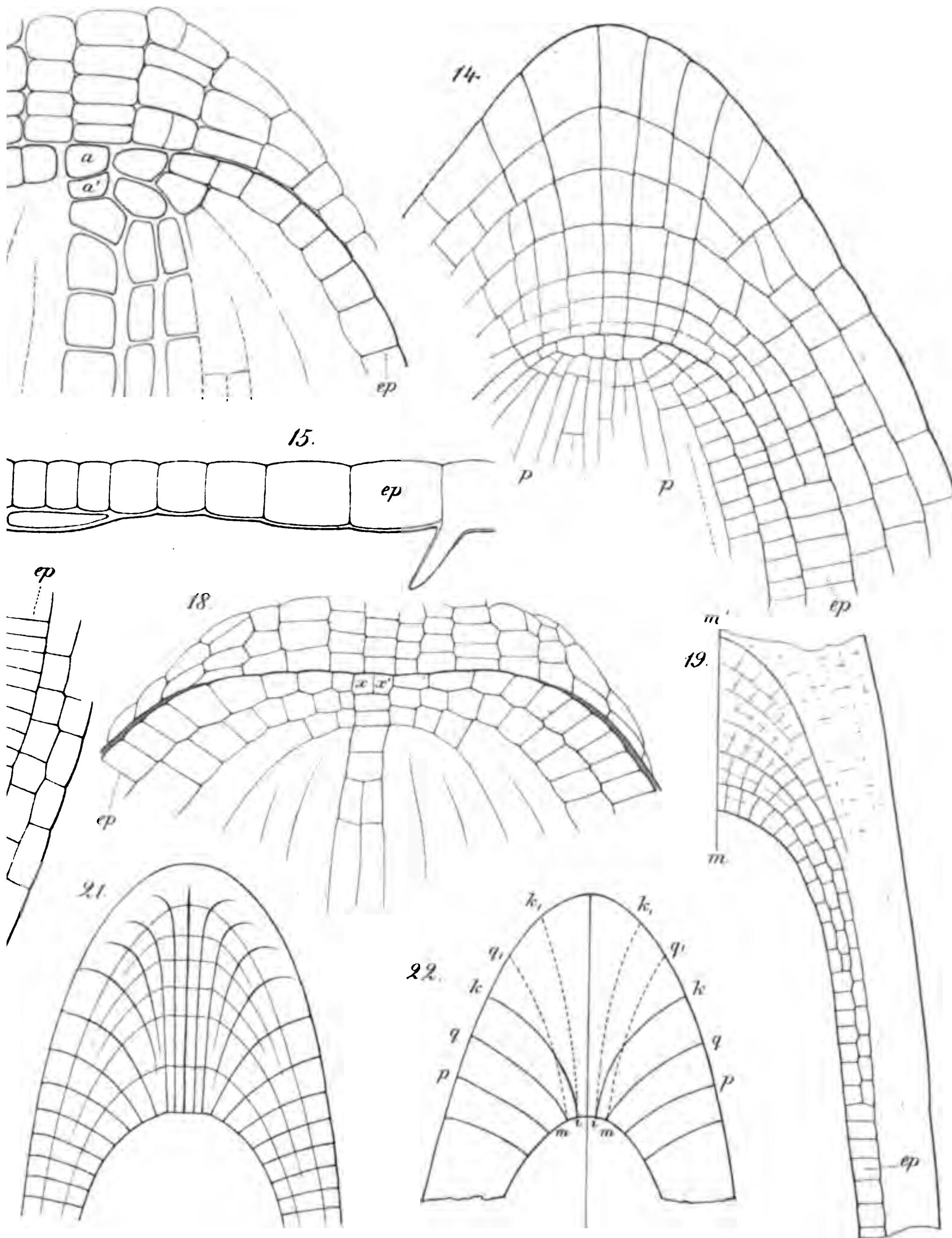
1. Bei der Mehrzahl der Dicotylen findet sich über dem Scheitel des Wurzelkörpers ein deutlich abgegrenztes Bildungsgewebe (Calyptrogen, Dermocalyptrogen), welches rückwärts vom Scheitel in die Epidermis ausläuft, d. h. in die oberflächliche Schicht des Wurzelkörpers, welche den Wurzelhaaren die Entstehung giebt. Verfolgt man diese Schicht von der Stelle an, wo sie thatsächlich Wurzelhaare trägt, nach der Spitze hin, so erscheint dieselbe zunächst in zwei, dann in drei und mehrere Zellschichten getheilt, von denen die innerste als jugendliche Epidermis zu betrachten ist, während alle übrigen zur Wurzelhaube gehören. Die ursprünglich einfache Zellreihe, als welche die Epidermis auf Medianschnitten sich darstellt, spaltet sich also nach oben in zwei Gabelzweige, von denen der innere (zuweilen auch der äussere) sich weiterhin wieder gabelt u. s. f., und die innersten Zellreihen dieses ganzen dichotomischen Systems bilden die Fortsetzung der Epidermis und zuletzt die innere Grenzschicht des erwähnten Bildungsgewebes (vgl. Fig. 14, 17 und 19 auf Taf. VII, ep. die Epidermis).

Dieses Verhalten wurde für das Stadium des ruhenden Keims schon von Hanstein (1870) constatirt und später von J. Reinke (1871) auch an wachsenden Wurzeln bei einer Reihe von Gattungen (*Helianthus* etc.) nachgewiesen. Zahlreiche weitere Beispiele dieser Art



Westermeier del.

Schwendener, Scheitelwachsthu



C F Schmidt lith.

der Phanerogamenwurzeln.

lieferten bald nachher JANCZEWSKI (1874), dessen ganzer dritter Typus hierher gehört, und in neuester Zeit ERIKSSON (1878). Vielfache Bestätigungen und neue übereinstimmende Fälle enthält auch die ungefähr gleichzeitige, umfassende Arbeit FLAHAULT's (1878), die sich aber fast ausschliesslich auf die Wurzeln des ruhenden Keims bezieht. Dagegen gehören die von HOLLE (1876) bezeichneten Vertreter seines Helianthus-Typus zum grössern Theil nicht dahin. Ich selbst habe etwa ein Dutzend Dicotylengenera kennen gelernt, welche unzweifelhaft dem in Rede stehenden Wachsthums-Typus beizuzählen sind, nämlich 3 Cruciferen: *Brassica*, *Sinapis* und *Lepidium*, 2 Primulaceen: *Cyclamen* und *Lysimachia*, ferner *Amarantus*, *Helianthus*, *Solanum*, *Rosmarinus*, *Passerina*, *Chenopodium*, *Tanghinia*. Alles in Allem mögen gegenwärtig etwas über 100 hierher gehörige Gattungen untersucht sein, welche sich auf ca. 40 verschiedene Familien vertheilen.

Wie die genannten Autoren den geschilderten Sachverhalt formuliren und welche Auffassungen sie damit verknüpfen, mag vorläufig unerörtert bleiben; ich betone hier blos das thatsächlich Uebereinstimmende in den Darstellungen, wie es sich schon aus den Abbildungen und den beigesetzten Bezeichnungen ergiebt.

2. Bei einer kleineren Zahl von Dicotylen sind zwar die Beziehungen der differenzirten Wurzelhaube zur Epidermis dieselben, wie im vorhergehenden Falle, d. h. es werden auch hier Zellschichten nach aussen von der Epidermis abgespalten, welche die Kappen der Wurzelhaube bilden. Verschieden aber ist das Verhalten des Bildungsgewebes in der Scheitelregion. Während bei den zu 1. gehörigen Pflanzen das Urmeristem des Wurzelkörpers deutlich und scharf vom Calyptrogen (oder Dermocalyptrogen) abgegrenzt ist, beobachtet man hier genetische, d. h. durch Theilung entstandene Zellreihen, welche sich einerseits in der Wurzelhaube verlieren und andererseits mehr oder weniger tief in den Wurzelkörper eindringen. Haube und Wurzel besitzen also ein gemeinsames Histogen, von welchem sie ihre Zuwachse erhalten, in ähnlicher Weise etwa, wie Rinde und Holz dicotyler Stämme von den Zellreihen des Cambiums.

Die Autoren unterscheiden innerhalb dieser Gruppe gewöhnlich zwei Abstufungen, indem sie die Gemeinsamkeit des Histogens bald nur auf das Periblem, bald aber auch auf das Plerom des Wurzelkörpers ausdehnen. Da mir indess diese Unterscheidung nicht hinlänglich begründet und das Vorhandensein eines Pleroms mit besonderem Histogen überhaupt zweifelhaft erscheint (worüber das Nähere weiter unten), so glaubte ich mich auf die oben mit gesperrten Worten gegebene Charakteristik beschränken zu sollen; denn nur in dieser allgemeineren Fassung drückt sie eine feststehende Thatsache aus.

Unzweideutige Belege für dieses Verhalten liefern beispielsweise die Wurzeln von *Pisum, Vicia, Cytisus, Acer, Ranunculus, Lavatera, Croton, Foeniculum* u. a., also Gattungen aus den Familien der Leguminosen, Ranunculaceen, Euphorbiaceen, Umbelliferen, Malvaceen u. s. w. Im Ganzen mögen es auch hier gegen 40 verschiedene Familien sein, welche nach den Untersuchungen FLAHAULT's und seiner Vorgänger Repräsentanten dieses Typus liefern oder sogar nur aus solchen bestehen. Nachuntersucht habe ich die Wurzeln von *Cytisus racemosus* (Taf. VI, Fig. 10; Grenze zwischen Haube und Wurzelkörper etwa in *xx'*), *Vicia sativa, Croton pictum, Foeniculum, Helleborus,* für welche ich die Angaben der früheren Beobachter bestätigen kann.

3. Von den Schichten der Wurzelhaube laufen nur die äussern nach rückwärts in die Epidermis aus; die innern finden ihre Fortsetzung in den subepidermalen Rindenschichten. Bald sind es nur wenige an die Epidermis sich anschliessende Schichten, welche diese Beziehung zur Wurzelhaube zeigen, bald ist es eine grössere Anzahl, bald die ganze Rinde bis zur Schutzscheide. Verfolgt man also umgekehrt die ausgebildete Epidermis auf medianen Längsschnitten scheitelwärts, indem man bei jeder Gabelung auf die innere Reihe übergeht, so gelangt man nicht, wie in den beiden vorhergehenden Fällen, an die Innengrenze der differenzirten Wurzelhaube, sondern mehr oder weniger tief in dieselbe hinein. Es liegen somit noch Schichten der Haube innerhalb des von der Epidermis ausgehenden dichotomischen Systems, und diese sind es, welche sich als Gabelungen der Rindenzellreihen darstellen. In den extremen Fällen, welche am meisten von den bisher geschilderten abweichen, sind es sogar ausschliesslich Rindenzellreihen, in welche die Schichten der Wurzelhaube auslaufen; die Epidermis bleibt ungetheilt und bildet blos die oberflächliche Grenzschicht.

Ob die angedeuteten Abstufungen so constant sind, dass die Aufstellung besonderer Typen gerechtfertigt wäre, will ich dahingestellt sein lassen; ich beschränke mich darauf, für die verschiedenen Grade, in denen die Rinde bezüglich ihres Zusammenhanges mit der Wurzelhaube betheiligt ist, Beispiele anzuführen.

a) Die ganze äussere Partie der Rinde (nicht aber die innere) trägt zur Bildung der Wurzelhaube bei, am meisten jedoch die Epidermis. So nach FLAHAULT bei *Cercis Siliquastrum, Gymnocladus canadensis, Juglans regia.*

b) Die ganze Rinde trägt zur Bildung der Wurzelhaube bei, aber die Epidermis bleibt ungetheilt. So bei *Acacia, Mimosa, Tamarindus, Caesalpinia, Lupinus.* Selbst untersucht habe ich *Caesalpinia brasiliensis.*

Wie die unter a) und b) aufgeführten Dicotylen verhalten sich bekanntlich auch die Gymnospermen; nur dass hier öfter die Epidermis sowohl als sämmtliche Rindenschichten bei der Bildung der Wurzelhaube betheiligt sind.

(**) Monocotylen.

4. Verfolgt man die Epidermis des Wurzelkörpers von der Stelle an, wo sie Wurzelhaare trägt, bis zur Spitze, so beobachtet man nirgends eine Abspaltung von Zellschichten, welche zur Wurzelhaube zu rechnen wären. Die Epidermis bildet vielmehr, soweit sie differenzirt ist, die wohl ausgeprägte Grenzschicht des Wurzelkörpers und verliert sich auch in der Scheitelregion in einem Bildungsgewebe, welches ebenfalls zum Wurzelkörper gehört und von demjenigen der Wurzelhaube scharf abgegrenzt erscheint. So z. B. bei den Gramineen, Cyperaceen, Juncaceen, Cannaceen und wohl noch bei manchen andern Familien; selbst beobachtet an vegetirenden Wurzeln von *Vallisneria spiralis*, *Tradescantia Sellowii* (Taf. VII, Fig. 13), *Cyperus alternifolius*, *Triticum repens* (Fig. 18), *Maranta Lietzei* (Fig. 16) und *M. Legrelliana* (Taf. VI, Fig. 5).

5. Die Epidermis verhält sich, soweit sie ausgebildet ist, wie im vorhergehenden Falle, d. h. sie steht mit der Wurzelhaube in keinem genetischen Zusammenhang. Dagegen sind die Bildungsgewebe der Haube und des Wurzelkörpers in der Scheitelregion nicht gesondert, sondern zu einem einheitlichen Urmeristem verschmolzen, dessen Zellreihen ohne merkliche Störungen oder Verschiebungen einerseits in der Wurzelhaube und andererseits im Wurzelkörper sich verlieren. So z. B. nach eigenen Beobachtungen und nach den übereinstimmenden Angaben von FLAHAULT bei *Calla palustris*, *Anthericum ramosum*, *Allium*; ebenso nach TREUB und FLAHAULT bei den Liliaceen überhaupt, ferner bei Aspidistreen, Ophiopogoneen etc.

Ob die Zahl der hierher gehörigen Pflanzen so gross ist, wie man nach den umfassenden Untersuchungen TREUB's glauben möchte, mag dahin gestellt bleiben; ich lege hier blos Gewicht auf das Vorhandensein des bezeichneten Typus, ohne bezüglich seiner Abgrenzung eine bestimmte Ansicht auszusprechen.

Die unter 4. und 5. angeführten Verschiedenheiten im Verhalten des Urmeristems der Monocotylenwurzeln entsprechen den oben unter 1. und 2. erwähnten Unterschieden bei den Dicotylen. Aber trotz dieser Parallelen besteht doch zwischen Monocotylen und Dicotylen ein durchgreifender Unterschied, den bereits FLAHAULT in aller Schärfe hervorgehoben hat. Die Wurzelhaube steht nämlich bei den Dicotylen mit der differenzirten Epidermis des Wurzelkörpers in genetischem

Zusammenhang, bei den Monocotylen dagegen nicht; bei letzteren können daher Analoga des dritten Dicotylentypus gar nicht vorkommen. Flahault drückt diesen Gegensatz mit den Worten aus (l. c. p. 20): »Dans les Monocotylédones, la coiffe se régénère indépendamment de l'écorce et de l'épiderme .... Dans les Dicotylédones, la coiffe est toujours formée par l'écorce ou par l'épiderme de la racine; c'est au dépens des divisions tangentielles des assises de l'écorce ou de l'épiderme qu'elle se régénère continuellement.« Man kann gegen diese Formulirung einwenden, dass sie neben den thatsächlichen Unterschieden auch die subjective Auffassung des Autors zum Ausdruck bringe; aber die Thatsache selbst, auf welche mit obigen Worten hingewiesen wird, kann nicht in Abrede gestellt werden.

II.

Die im Vorhergehenden erwähnten Thatsachen sind von den Autoren in wesentlichen Punkten verschieden gedeutet worden. Während Janczewski die Epidermis der Dicotylen seines dritten Typus als die innerste Schicht der Wurzelhaube betrachtet (la couche calyptrogène de la coiffe se transforme en épiderme), sieht Flahault umgekehrt — wie übrigens schon Hanstein — in der Wurzelhaube das Product der Epidermis (l'épiderme forme la coiffe) und Eriksson lässt in den entsprechenden Fällen Haube und Oberhaut als coordinirte Bildungen aus einem gemeinsamen Bildungsgewebe, seinem Dermocalyptrogen, hervorgehen, mit der Bemerkung jedoch, dass auch bereits differenzirte Dermatogenzellen sich an der Haubenbildung betheiligen.

Diese Bemerkung ist unzweifelhaft begründet, und sie ist es vielleicht in einem grössern Umfange, als der Autor selbst angenommen hat. Besonders deutlich habe ich eine solche Entstehung von Wurzelhaubenschichten bei den Cruciferen beobachtet. Die Epidermis ist hier schon in geringer Entfernung von der Wurzelspitze deutlich differenzirt; ihre Zellen sind auf Längsschnitten viel kürzer als die der angrenzenden Wurzelhaube und auf Querschnitten durch Form und Grösse von den beiderseitigen Nachbarn verschieden. Fig. 6 auf Taf. VI stellt einen solchen Schnitt durch die Keimwurzel von *Brassica oleracea* dar (ep. die Epidermis). Einzelne der Epidermiszellen (in der Figur mit + bezeichnet) haben sich durch tangentiale Wände getheilt, die meisten so, dass die peripherischen Segmente die kleineren Hälften bilden: es sind das die ersten Mutterzellen einer neuen Wurzelhaubenschicht. In derselben Weise bilden sich später, und zwar in beliebiger Reihenfolge, die neu hinzukommenden, bis endlich

der Kreis vollständig ist. Diese neuen Haubenzellen theilen sich gewöhnlich bald nach ihrer Entstehung durch radiale Wände, folgen dagegen dem Längenwachsthum der Wurzel durch blosse Streckung, so dass sie auf Medianschnitten schon in einem Abstande von 1 mm von der Spitze drei- bis viermal so lang sind, als die darunter liegenden, durch Theilung vermehrten Epidermiszellen (Taf. VII, Fig. 15). Eine ähnliche Entwicklung habe ich ausser bei Cruciferen auch an den vegetirenden Wurzeln von *Chenopodium anthelminticum* (Fig. 19) und *Tanghinia venenifera* beobachtet, und es ist wahrscheinlich, dass sie in Fällen, wo die Wurzelhaube weit zurückgreift, noch hin und wieder vorkommt. Jedenfalls steht ausser Zweifel, dass bei einer Reihe von Pflanzen neue Schichten der Wurzelhaube streckenweise durch Abspaltung von der differenzirten Epidermis entstehen. Und so weit diese Entwicklungsnorm die thatsächlich gegebene ist, muss offenbar die Auffassung Janczewski's als naturwidrig bezeichnet werden.

Andererseits ist nicht zu leugnen, dass die Epidermis vegetirender Wurzeln auch beim Helianthus-Typus nach der Spitze hin allmälig ihren Charakter verliert und im Scheitel selbst in ein noch nicht differenzirtes Bildungsgewebe ausläuft, welches für Haube und Epidermis die Zuwachse liefert, am Aufbau der Rinde aber unbetheiligt ist. Dieses Bildungsgewebe kann daher füglich als *Dermocalyptrogen* bezeichnet werden, während für die Mehrzahl der Monocotylen der einfachere Ausdruck *Calyptrogen* zu Recht besteht. Diese zwei Benennungen sind offenbar gleich correct; denn beide sind nach den Geweben gebildet, welche aus den betreffenden Meristemen hervorgehen.

Was endlich den von entwicklungsgeschichtlicher Seite erhobenen Einwand gegen die Deutung der peripherischen Wurzelschicht als Epidermis betrifft, so ist es ja richtig, dass die Epidermis des embryonalen Stämmchens nicht unmittelbar in die oberflächliche Schicht der Wurzel übergeht. Aber was soll damit bewiesen werden? Es lässt sich doch gegenwärtig nicht wohl bestreiten, dass eine naturgemässe Eintheilung der Gewebe auf Grund der Entwicklungsgeschichte absolut undurchführbar ist. Denn alle die Gewebe, die wir nach Bau und Function als unzweifelhaft gleichartige kennen, wie die Wurzelhaube, das Periderm, das (zartwandige) Hypoderm, das mechanische Gewebe (Stereom) und das leitende der Gefässbündel (Mestom) u. s. w. sind entwicklungsgeschichtlich verschiedenen Ursprungs. Wie wenig entspricht, um ein einziges Beispiel anzuführen, mit Bezug auf den Ort der Entstehung das Periderm der Pomaceen demjenigen der Weinrebe, und doch sind diese beiden Hautgewebe anatomisch und physiologisch gleichartig und führen mit

Recht denselben Namen. So verhält es sich auch mit der oberflächlichen Zellschicht der Wurzeln; sie entspricht durchaus der Epidermis oberirdischer Organe und besitzt wie diese eine je nach den Lebensverhältnissen mehr oder weniger entwickelte Cuticula. Dass die höchste Ausbildung der letztern nur an Zweigen und immergrünen Blättern zu finden ist, erklärt sich durch die grössern Anforderungen, denen dieselben zu genügen haben, von selbst.

III.

In der Divergenz der Meinungen über das Wachsthum der Wurzelspitze blieb merkwürdiger Weise die Lehre Hanstein's in Bezug auf das »Plerom« so ziemlich unangefochten. Die Einwände, welche dagegen erhoben wurden, haben bei den Autoren, welche sich eingehender mit den betreffenden Fragen befasst haben, wenig oder keine Berücksichtigung gefunden. Und doch wird der kritische Beobachter schon aus den Abbildungen, welche den oben erwähnten Arbeiten von Hanstein, Janczewski u. s. w. beigegeben sind, mit Sicherheit entnehmen können, dass die Annahme eines besondern Histogens für den Gefässcylinder einer festen Grundlage entbehrt. Denn die Zellwände, welche die Scheitelwölbung des Pleroms bilden, erscheinen durchgehends als gebrochene Linie, dergestalt, dass irgend ein Schluss auf die genetische Zusammengehörigkeit oder Nichtzusammengehörigkeit der beiderseits anstossenden Zellen gar nicht gezogen werden kann. Manche Figuren lassen sogar, wenn man das Zellnetz als durchaus zuverlässig betrachtet, eher auf gemeinsame Abstammung benachbarter Plerom- und Periblemzellen schliessen, als auf ein selbständiges Histogen für den Pleromcylinder. Desshalb kann ich der herrschend gewordenen Lehre Hanstein's den Vorwurf nicht ersparen, dass die ihr zu Grunde liegenden Beobachtungen gegenüber den Anforderungen, welche eine strengere entwicklungsgeschichtliche Forschung stellen muss, keine Beweiskraft besitzen.

Diese Bedenken gegen die Art der Beweisführung genügen allerdings nicht, um die Annahme gesonderter Histogene zu widerlegen. Es kommen nun aber noch verschiedene Thatsachen hinzu, welche wenigstens für die beobachteten Fälle die Einheit des Meristems im Scheitel des Wurzelkörpers ausser Zweifel stellen. Einige dieser Thatsachen sind auf Taf. VII veranschaulicht; es wird genügen, auf die maassgebenden Zellcomplexe in aller Kürze hinzuweisen.

In Fig. 18 ist ein Medianschnitt durch eine Gramineenwurzel dargestellt, der jedenfalls sehr annährend axil geführt war. Die Mitte des Wurzelkörpers zeigt eine longitudinal verlaufende Zellreihe, deren

Glieder unverkennbar die Descendenten einer Mutterzelle sind. Das oberste Glied hat sich durch eine Längswand in zwei kleinere *xx'* getheilt, welche nach der üblichen Bezeichnungsweise voraussichtlich zum Dermatogen zu rechnen wären, indess die übrigen Glieder theils zum Periblem, theils zum Plerom gehören. Hier kann also von einem scharf abgegrenzten Pleromstrang mit gesondertem Histogen nicht die Rede sein.

Zu demselben Resultat führt auch die Betrachtung des Medianschnittes durch die Wurzel von *Tradescantia Sellowii* (Taf. VII, Fig. 13). Die Zellen *a* und *a'* im Scheitel des Wurzelkörpers sind zweifellos durch Theilung aus einer Mutterzelle entstanden; die Zelle *a'* gehört nun aber sicher zum Plerom, denn alle Schichten des Periblems schliessen sich sammt dem Dermatogen an die Zelle *a* an, wie dies auf der linken Seite der Figur deutlich zu sehen ist. Also wiederum ein gemeinsames Histogen für alle Gewebeschichten.

Ein ähnlicher Schnitt durch die Wurzel von *Maranta Legrelliana* (Taf. I Fig. 5) lässt wenigstens keinen Zweifel darüber, dass die Zelle *x* sowohl mit dem Dermatogen als mit dem Periblem genetisch zusammenhängt. Diese beiden Schichten fliessen also in ein einziges Meristem zusammen, während allerdings über die Beziehungen des Pleroms an diesem Präparat nichts Sicheres zu beobachten war. Dagegen lieferte die Wurzel von *Maranta Lietzei* das Bild Fig, 16 auf Taf. II, welches kaum eine andere Deutung zulässt, als dass die Zellen *a b c d e* einen genetisch zusammengehörigen Zellcomplex bilden, der nicht lange vorher noch eine einzige Zelle war. Die Zusammengehörigkeit schien mir nach genauem Studium des Präparats namentlich für die Zellen *b c e* trotz der schwach gebrochenen periklinen Wand unzweifelhaft festzustehen. Nun liegt aber *e* schon im Plerom, während *c* mit Dermatogen und Periblem in Verbindung steht, womit abermals eine Mehrzahl von Histogenen ausgeschlossen ist.

Unter den Dicotylen vom Helianthustypus hebe ich zunächst *Amarantus caudatus* hervor. Auf einem medianen Längsschnitt durch die Keimwurzel (Taf. II Fig. 20) war im Scheitel derselben, bedeckt vom Dermocalyptrogen, eine Gruppe von 3 Zellen: *a*, *b* und *c*. Die beiden ersteren waren offenbar durch Theilung aus einer einzigen Mutterzelle hervorgegangen; die letztere schien diesen beiden coordinirt zu sein, vielleicht war dies eine von 4 Scheitelzellen. Sicher ist jedenfalls, dass diese Zelle *c* nicht blos mit dem Periblem, sondern auch mit einem Theil des Pleroms genetisch zusammenhängt, was für die Deutung entscheidend ist.

Ebenso beobachtete ich in der Wurzel von *Helianthus* selbst die Zellcomplexe 1, 2, 3, 4 und 5*a* (Fig. 9), deren Glieder zwar nicht

mit Sicherheit, aber doch mit grosser Wahrscheinlichkeit als zusammengehörig bezeichnet werden dürfen. Die Zellgruppirung war hier jedenfalls der Art, dass sie nicht wohl zu Gunsten der Annahme verschiedener Histogene gedeutet werden konnte.

Die vorstehenden Beobachtungen beziehen sich sämmtlich auf Keim- oder Seitenwurzeln, welche sich im stationären Zustand befanden. Ich betone dies ausdrücklich, weil es mir unstatthaft erscheint, entwicklungsgeschichtliche Thatsachen oder Angaben, die blos die Anlegung seitlicher Wurzeln am Mutterorgan betreffen, ohne Weiteres auf die ältere vegetirende Wurzel zu übertragen, die ich hier allein im Auge habe.

So wenig ich nun geneigt bin, aus meinen eigenen Beobachtungen allgemeine Schlüsse zu ziehen, so scheint mir doch so viel daraus hervorzugehen, dass das Plerom im Sinne Hanstein's keineswegs zu den feststehenden Dingen gehört; ja man darf dreist behaupten, dass es als besonderes Histogen in keinem einzigen Falle sicher nachgewiesen ist. Damit soll indessen die Möglichkeit seines Vorkommens nicht bestritten werden, da vom theoretischen Gesichtspunkt aus eine Mehrzahl von Histogenen unbedingt zulässig erscheint; nur bleibt es weiteren Untersuchungen vorbehalten, das thatsächliche Vorhandensein mit Bezug auf den Wurzelkörper zu constatiren.

IV.

Zu den Punkten, die einer weiteren Prüfung bedürfen, gehört ferner die Zahl der Scheitelzellen. Als erwiesen betrachte ich das Vorhandensein einer einzigen Scheitelzelle jedenfalls für die Wurzeln von *Heleocharis palustris*. Dabei stütze ich mich zunächst auf die Angaben Naegeli's in der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München (1877),[1] überdies auf meine eigenen Untersuchungen, zu welchen die Abbildungen Fig. 7 und 8 die Belege bilden. Fig. 8 stellt einen axilen Längsschnitt dar, auf welchem die Scheitelzelle und die jüngsten Segmente deutlich zu erkennen waren; die Ziffern bezeichnen die Reihenfolge der sichtbaren Segmentwände. Fig. 7 veranschaulicht die Querschnittsansicht der Scheitelzelle *v* nebst Umgebung; *s'* ist das jüngste noch ungetheilte Segment.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass weitere Untersuchungen noch hin und wieder auf eine einzige Scheitelzelle führen werden, doch dürfte die Gruppe hierhergehöriger Phanerogamen nur einen bescheide-

[1] Amtlicher Bericht u. s. w. S. 203. Der Angabe Naegeli's zufolge ist eine einzige Scheitelzelle auch bei *Vallisneria, Callitriche, Alisma, Myriophyllum* ganz deutlich beobachtet.

nen Umfang erreichen. Für die Mehrzahl hat jedenfalls die Annahme mehrerer Scheitelzellen zur Zeit die grössere Wahrscheinlichkeit für sich. Was dagegen die gewöhnliche Annahme einer unbestimmten Zahl betrifft, so habe ich schon früher in einer kurzen Notiz darauf hingewiesen, dass im medianen Längsschnitt aus geometrischen Gründen nicht mehr als zwei, die eine rechts und die andere links von der Mittellinie, als wirkliche Scheitelzellen gelten können.[1] Auf diesen Punkt komme ich jetzt zurück.

Bei den Marattiaceen (Fig. 1—4), die sich hinsichtlich des Wurzelwachsthums den Phanerogamen anschliessen, unterliegt der empirische Nachweis für die Richtigkeit der eben citirten Aufstellung keiner Schwierigkeit. Betrachten wir z. B. die Längsschnitte Fig. 1 und 2, so fallen sofort die zwei grossen Scheitelzellen rechts und links von der Mediane in die Augen. Die nächstliegenden Segmente haben sich bereits getheilt; die nach unten abgeschnittenen Zellen gehören fortan zum Wurzelkörper, die nach oben abgeschnittenen zum Calyptrogen. Die Querschnittsansichten Fig. 3 und 4 vervollständigen die gewonnenen Vorstellungen insofern, als sie die Gesammtzahl der Scheitelzellen auf vier festzustellen gestatten (1, 2, 3, 4 in den Figuren; sicher in Fig. 3, wahrscheinlich in Fig. 4).

Für die Phanerogamen lassen sich allerdings so unmittelbar sprechende Belege nicht beibringen; doch deutet die Gruppirung der Zellen im Scheitel des Wurzelkörpers öfters mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf mehrere (z. B. vier) und dagegen fast nie auf eine einzige Scheitelzelle. Sobald wir aber im Einverständniss mit den meisten Autoren diese Mehrzahl zugeben, so genügt bei annähernd regelmässigem Verlauf der Periklinen und Antiklinen der geometrische Beweis vollständig, um dieselbe für den medianen Längsschnitt auf die Zweizahl einzuschränken. Denn es ist klar, dass immer nur die zwei rechts und links von der Mediane liegenden Zellen unbegrenzte Theilungsfähigkeit besitzen und demgemäss als Scheitelzellen zu bezeichnen sind; die Segmente, welche successive davon abgeschnitten werden, bilden mit ihren Descendenten bogenförmig verlaufende Zellreihen, welche den antiklinen Trajectorien folgen und zu wachsen aufhören, sobald ihre peripherischen Glieder den normalen Abstand von der Axe erreicht haben.

Dagegen verlangen die nicht gerade seltenen Fälle, wo die Wachsthumslinien einen wesentlich abweichenden Verlauf zeigen, eine besondere Beleuchtung. Dahin gehören vor Allem die Wurzeln der Coniferen und einiger Leguminosen mit ihrer oft sehr langgestreckten

[1] Sitzungsberichte der Ges. naturf. Freunde zu Berlin, 1879, S. 162.

Columella, deren Zellreihen bekanntlich unter sich und mit der Axe parallel verlaufen und sich erst in der Spitze der Wurzelhaube verwischen. Lässt man diese Reihen, wie es zuweilen in schematisirten Abbildungen geschieht, sich bis zur Umrisslinie der Wurzelhaubenspitze erstrecken, so bleibt allerdings nichts Anderes übrig, als in der Region des Bildungsgewebes ein sogenanntes Transversalmeristem mit lauter gleichwerthigen Zellen anzunehmen, welches nach unten die Zuwachse des Pleroms und nach oben diejenigen der Columella liefern würde, und so ungefähr haben sich in der That die Autoren das Wachsthum der Wurzel gedacht.

Allein diese hypothetische Columella mit bis zur Oberfläche verlaufenden Parallelreihen existirt in Wirklichkeit nicht. Die fraglichen Reihen verlieren sich stets, bevor sie die Umrisslinie erreicht haben, in einem ungeordneten Parenchym, und manche Präparate berechtigen sogar zu der Vermuthung, dass sie hier springbrunnenartig divergiren und zuletzt sogar eine rückläufige Richtung einschlagen. Sicher lässt sich dies freilich nicht beobachten. Aus diesem Grunde ist es nothwendig, die erforderlichen Anhaltspunkte zur Beurtheilung eines solch' extremen Verhaltens durch das Studium der Uebergänge zu gewinnen.

Die Columella ist nämlich keineswegs bei allen Coniferen gleich ausgeprägt, noch weniger bei allen Leguminosen. Bei *Wellingtonia gigantea* fehlt sie vollständig; auch die mittleren Zellreihen divergiren deutlich, wenn auch nicht so stark und weniger regelmässig, als die mehr seitlich gelegenen (Taf. VI, Fig. 11). Dasselbe beobachtet man nicht selten auch bei *Vicia*, *Cytisus* (Fig. 10), *Caesalpinia* u. a. Hier fällt aber neben der schwachen Divergenz der mittleren Zellreihen namentlich der Umstand in die Augen, dass die nächstfolgenden antiklinen Reihen unter sich viel stärker divergiren, als es bei annähernd regelmässigem Verlauf der Fall sein würde. Dadurch kommt an dieser Stelle eine deltaförmige Figur zu Stande, deren äussere (basiskope) Umrisslinie ungefähr einer orthogonalen Trajectorie entspricht (Fig. 10 bei *d*). Weiter nach rückwärts folgen dann die etwas gestreckten Zellreihen des ältern Haubengewebes, dessen Transversalwände ebenfalls orthogonale Antiklinen bilden.

Es hält nun nicht schwer, die nämlichen Abweichungen auch bei manchen Coniferen zu constatiren, sobald man aufmerksam darnach sucht. Auf dem Medianschnitt (Taf. VII, Fig. 12), welcher das Verhalten der Wurzelspitze von *Cupressus Lawsoniana* veranschaulicht, tritt das charakteristische Delta zwischen *p* und *q* sogar recht deutlich hervor; auch sieht man, dass die mittleren Zellreihen schwach divergiren. Ein ähnliches, wenn auch weniger augenfälliges Verhalten zeigten auch die Wurzeln von *Pinus inops*.

Denkt man sich also ein regelmässiges orthogonales Trajectoriensystem, wie es einer idealen Wurzelspitze zukommt, so hat man nur nöthig, die peripherischen Enden der mittleren antiklinen Trajectorien etwas zusammen zu schieben, bis sie annähernd, aber nicht ganz, parallel verlaufen, um dieses System in dasjenige einer Coniferenwurzel überzuführen. In Fig. 22 auf Taf. VII ist diese Umwandlung dargestellt. Die Trajectorie *mq* geht in die Lage mq_1, die Trajectorie *ik* in ik_1 über, und die Lücke zwischen *p* und q_1 wird durch neue Trajectorien ausgefüllt. Für die extremsten Fälle werden die mittleren Zellreihen im untern Theil genau parallel und nur nach oben zu springbrunnenartig divergirend zu construiren sein (Fig. 21). Wie sie zunächst der Oberfläche verlaufen, mag dahingestellt bleiben; offenbar verhält sich die ganze peripherische Partie der Wurzelhaube passiv und wird durch das Wachsthum der tiefer liegenden Schichten mehr oder weniger verzerrt, wodurch eben die ursprüngliche Anordnung der Zellen verloren geht.

Das Vorkommen einer Columella berechtigt demnach keineswegs zu der Annahme eines Scheitelwachsthums mit vielen Scheitelzellen; die geometrischen Bedingungen unbegrenzter Theilungsfähigkeit sind im Gegentheil genau dieselben geblieben, wie bei den Wurzeln mit normalem Curvenverlauf. Nur der Weg, den die von der Scheitelzelle abgeschnittenen Segmente oder deren Descendenten zurückzulegen haben, bis ihr Wachsthum abgeschlossen ist, hat sich für die dem Scheitel benachbarte Region der Wurzel etwas verlängert und zeigt nun einen merklich abweichenden Verlauf. Darin liegt denn auch der Grund, weshalb das gemeinsame Bildungsgewebe der Columella und des Wurzelkörpers aus gleichwerthigen Zellen zu bestehen scheint; wir dürfen nicht erwarten, dass die im Gegensatz zur Scheitelzelle zwar begrenzte, aber doch lange dauernde Theilungsfähigkeit der Segmente durch irgend eine Eigenthümlichkeit der Form oder durch abweichende Grösse in mikroskopisch wahrnehmbarer Weise zum Ausdruck gelange.

Uebrigens ist die geringere Divergenz der antiklinen Trajectorien zu beiden Seiten der Mediane eine Erscheinung, welche man hin und wieder auch bei Wurzelhauben antrifft, die sich sonst durch grosse Regelmässigkeit des Baues auszeichnen, so z. B. bei manchen Cruciferen, Asklepiadeen, Plumbagineen u. a. Man vergleiche z. B. die Fig. 14 und 17 auf Taf. VII und die auf *Raphanus* und *Banksia* bezüglichen Abbildungen von ERIKSSON, ferner die FLAHAULT'schen Fig. 15, 23 und 24.

Vom mechanischen Gesichtspunkt aus betrachtet, ist die Bildung einer Columella und das Zusammenrücken der mittleren Trajectorien

überhaupt als eine Verstärkung der Construction zu betrachten. Denn abgesehen davon, dass die betreffenden Wurzelhauben schon durch ihre grössere Masse an Widerstandskraft gewinnen, sind ihre peripherischen Schichten auch steiler aufgerichtet, als bei der gewöhnlichen Form, und darum als Ganzes in höherem Grade strebfest. Auch die Thatsache, dass bei *Abies balsamea* (und wohl auch in manchen andern Fällen) die luftführenden Intercellularräume nur in der Richtung der Periklinen, nicht aber der Antiklinen verlaufen, spricht für eine auf Strebfestigkeit berechnete Architectur; eine andere als diese rein mechanische Erklärung wüsste ich überhaupt hierfür nicht zu geben.

V.

Man kann endlich die Frage aufwerfen, wie der Gegensatz zwischen den Wurzeln mit einheitlichem Bildungsgewebe und denjenigen mit gesonderten Histogenen aufzufassen sei. Wie wir gesehen haben, beruht das Thatsächliche dieses Gegensatzes darauf, dass bei der grossen Mehrzahl der Monokotylen ein scharf abgegrenztes Kalyptrogen vorhanden ist, welches die Zuwachse für die Wurzelhaube liefert, ohne jemals auch nur eine einzige Zelle an den Wurzelkörper abzugeben. Eine ähnliche Scheidelinie zieht sich bei den meisten Dicotylen zwischen dem Dermokalyptrogen und dem davon umschlossenen Bildungsgewebe der Rinde und des Fibrovasalcylinders hindurch, und vielleicht besitzt der letztere hier und da sein besonderes Histogen.

Zur Charakteristik dieses thatsächlichen Verhaltens gehört nun aber ferner der Umstand, dass die Scheidewände zwischen den benachbarten Histogenen in der Scheitelregion selbst nicht weniger zart sind, als diejenigen der einzelnen Zellen eines bestimmten Histogens. Mit Rücksicht auf die Zartheit der Wandungen besitzen demnach die in Rede stehenden Wurzeln ebenfalls ein einheitliches Meristem; die vorhin bezeichneten Scheidelinien beziehen sich einzig und allein auf die Descendenz.

Solche Descendenzlinien besitzen nun zwar immerhin eine gewisse morphologische Bedeutung, und es wird stets die Aufgabe der Entwicklungsgeschichte bleiben, ihren Verlauf festzustellen. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass die Deutung eines von Descendenzlinien abgegrenzten Meristemcomplexes als besonderes Histogen damit noch keineswegs gegeben ist. Es ist z. B. nicht üblich, bei einem Drüsenköpfchen, dessen Mutterzelle sich zunächst in vier Quadranten getheilt hat, von vier verschiedenen Histogenen zu reden, obschon die übers Kreuz gestellten Descendenzlinien deutlich hervortreten. Dasselbe

gilt auch für das Embryokügelchen der Phanerogamen, für die Octanten der befruchteten Eizelle bei den Gefässkryptogamen, die Segmente des Moosstämmchens, die Cylinderquadranten der Marattiaceenwurzel etc. In all' diesen Fällen bleiben die Descendenzlinien oft längere Zeit erhalten; die Meristemcomplexe erscheinen also deutlich abgegrenzt, und doch hat sich bis jetzt Niemand bewogen gefühlt, dieselben als getrennte Histogene zu bezeichnen.

Unter diesen Umständen scheint mir auch bei den Wurzeln keine Veranlassung vorzuliegen, den bestehenden entwicklungsgeschichtlichen Gegensätzen zwischen den verschiedenen Typen eine grössere Tragweite zuzuschreiben, als dies bei anderen Gewebekörpern unter ähnlichen Verhältnissen zu geschehen pflegt.

Erklärung der Abbildungen.

Wo die Zellen des Urmeristems doppelt contourirt sind, wie z. B. in Fig. 9, 13 und 16, beziehen sich die Umrisslinien auf den durch Reagentien contrahirten Inhalt, nicht auf die Membran. Von den öfter wiederkehrenden Bezeichnungen bedeutet *ep* = Epidermis, *s* = Schutzscheide, *p* = Pericambium. Die nachstehend in Parenthesen beigesetzten Ziffern geben die Vergrösserung an.

Tafel VI.

Fig. 1 (440). Medianer Längsschnitt durch die Wurzel von *Angiopteris spec.* *a b* die Mittellinie, *v'* und *v''* zwei von den vier Scheitelzellen.

Fig. 2 (600). Medianer Längsschnitt durch die Wurzel von *Marattia Kaulfussii*; *v'* und *v''* die beiden rechts und links von der Mediane liegenden Scheitelzellen.

Fig. 3 (400). Querschnitt durch die Scheitelregion der Wurzel von *Angiopteris spec.* 1, 2, 3, 4 die vier Scheitelzellen. Die peripherischen, mit + bezeichneten und schattirten Zellen gehören zur Wurzelhaube.

Fig 4 (600). Ein ähnlicher Querschnitt durch den Wurzelscheitel von *Marattia Kaulfussii*; 1, 2, 3, 4 wahrscheinlich die Scheitelzellen. Die zwischen 1 und 3 befindliche Wand setzte sich bis an den Rand des Schnittes nach aussen fort und war zweifellos eine primäre.

Fig. 5 (600). Längsschnitt durch die Wurzel von *Maranta Legrelliana*; *ep* die Epidermis, *x* eine Zelle im Scheitel des Wurzelkörpers, welche mit Dermatogen und Periblem in genetischer Beziehung steht.

Fig. 6 (270). Querschnitt durch die Wurzelspitze von *Brassica oleracea*. Die drei äusseren Zellschichten gehören zur Wurzelhaube; dann folgt die grosszellige Epidermis *ep*, an welche sich die radial gereihten Rindenzellen anschliessen. Die mit + bezeichneten Epidermiszellen haben sich durch tangentiale Wände getheilt; die peripherischen Theilzellen sind neue Wurzelhaubenzellen. (Vergl. den Längsschnitt Fig. 15.)

Fig. 7 (600). Querschnitt durch den Wurzelscheitel von *Heliocharis palustris*; *v* die Scheitelzelle, *s'* das jüngste Segment. Die beiden andern Segmente sind durch radiale Wände getheilt.

Fig. 8 (600). Medianer Längsschnitt durch den Wurzelscheitel der nämlichen Pflanze. Die Ziffern 1—6 bezeichnen die Reihenfolge der Segmentwände.

Fig. 9 (600). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Helianthus annuus*. Die Zellen 1, 2, 3, 4 im Scheitel des Wurzelkörpers bilden einen genetisch zusammengehörigen Complex, zu dem wahrscheinlich auch 5 und *a* gehören (das Letztere ist eine angeschnittene und inhaltslose Zelle).

Fig. 10 (600). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Cytisus racemosus*. Verfolgt man von der Epidermis *ep* aus die Zellreihen nach oben, so gelangt man ungefähr nach *xx'*, wo folglich Wurzelkörper und Wurzelhaube in einander übergehen. Die mittleren Zellreihen des gemeinsamen Meristems divergiren nur wenig, so dass bei δ ein plötzlicher Uebergang zu mehr horizontal gestellten Reihen stattfindet.

Fig. 11 (600). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Wellingtonia gigantea*. Eine eigentliche Columella ist hier nicht vorhanden; doch divergiren die mittleren antiklinen Zellreihen der Wurzelhaube etwas weniger als sonst. Die Periklinen gehen nach unten in die Rindenschichten über.

Tafel VII.

Fig. 12 (600). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Cupressus Lawsoniana*. Die mittleren antiklinen Zellreihen der Wurzelhaube bilden eine Art Columella, divergiren aber doch deutlich. *mm'* die Mittellinie der Wurzel, *pq* die Region, wo die antiklinen Zellreihen am stärksten divergiren.

Fig. 13 (600). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Tradescantia Sellowi*. *ep* die Epidermis, *a* und *a'* zwei Zellen im Scheitel des Wurzelkörpers, welche offenbar von einer Mutterzelle abstammen. Die Zelle *a'* gehört sicher zum innern Gewebecylinder.

Fig. 14 (360). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Lepidium sativum; ep* die Epidermis, *pp* das Pericambium. Die mittleren antiklinen Reihen der Wurzelhaube divergiren nur wenig.

Fig. 15 (270). Partie eines Längsschnittes durch die Wurzelspitze von *Brassica oleracea*. Zeigt die Epidermis *ep* und eine davon abgespaltene Zellschicht der Wurzelhaube.

Fig. 16 (600). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Maranta Lietzei*. *a b c d e* ein genetisch zusammengehöriger Zellcomplex, der zu Gunsten eines einheitlichen Histogens für die Gewebe des Wurzelkörpers spricht. *ep* die Epidermis.

Fig. 17 (360). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Sinapis nigra*. Zeigt die Beziehung der Epidermis *ep* zur Wurzelhaube. Die Schutzscheide ist mit *s*, das Pericambium mit *p* bezeichnet.

Fig. 18 (360). Medianer Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Triticum repens*. Im Scheitel des Wurzelkörpers zwei Zellen *x x'*, welche mit den rückwärts liegenden Gliedern der mittleren Zellreihe genetisch zusammenhängen; *ep* die Epidermis.

Fig. 19 (250). Partie eines Längsschnittes durch die Wurzelspitze von *Chenopodium anthelminthicum*. Zeigt die Beziehung der Epidermis *ep* zu den innern Schichten der Wurzelhaube. *mm'* die Mittellinie der Wurzel.

Fig. 20 (600). Medianschnitt durch die Wurzelspitze von *Amarantus caudatus*. Die drei Zellen *a, b* und *c* sprechen zu Gunsten eines einheitlichen Histogens für die von der Wurzelhaube umschlossenen Gewebe.

Fig. 21. Schematische Figur zur Veranschaulichung des Verlaufes der Zellreihen bei den Wurzeln mit Columella.

Fig. 22. Schema zur Veranschaulichung der Verschiebung, welche die antiklinen Trajectorien bei der Columellabildung erfahren; *mq* und *ik* zwei orthogonale Trajectorien, mq_1 und ik_1 die Lage derselben nach der Verschiebung.

Ueber eine massenhafte Exhalation von Schwefelwasserstoff in der Bucht von Mesolungi.

Von G. vom Rath.

Es sei mir gestattet, über ein merkwürdiges geologisches Ereigniss Bericht zu erstatten, welches sich in der Nacht vom 15. auf den 16. December v. J. (neuen Stils) in der Bucht von Mesolungi zugetragen hat, und welches geeignet erscheint, einiges Licht zu werfen auf Vorgänge in früheren Erdepochen. Es handelt sich um eine plötzliche massenhafte Exhalation von Schwefelwasserstoff im Meere, durch welche zahllose Fische ihren Tod gefunden.

Von der durch Nehrungen fast ganz gegen den Golf von Patros geschlossenen, 30 km von O. nach W. ausgedehnten Bucht von Mesolungi zweigt sich gegen N. das kleine seeähnliche Becken von Aitolikon ab, dessen Länge (SSO.—NNW.) 9, dessen grösste Breite 3 km beträgt. Der schmale Eingang dieses Beckens wird durch mehrere kleine Inseln noch mehr verengt. Auf einer solchen Insel, jetzt durch eine Brücke mit dem östlichen Ufer verbunden, liegt die Stadt Aitolikon (auf den Karten meist irrthümlich als Anatolikon bezeichnet). Während die Bucht von Mesolungi sehr seicht ist, besitzt das Becken von Aitolikon namentlich in seiner Mitte tiefes Wasser. Auf der östlichen Seite des Binnengolfs, welcher mit einem Schweizersee verglichen wird, erhebt sich mit hohen schönen Formen die Kalksteinkette Arakynthos (höchster Gipfel 719 m hoch), von Mesolungi in NNW.-Richtung, bis in die Gegend von Stamna ziehend. Nach den Untersuchungen Neumayr's (der geologische Bau des westlichen Mittelgriechenlands im XL. Bd. der Denkschr. d. mathem.-naturw. Classe d. Kais. Ac. d. Wissensch. Wien 1878), welche in der verdienstvollen geologischen Uebersichtskarte des festländischen Griechenlands und der Insel Euböa von Bittner, Neumayr und Teller, XL. Band der Denkschriften, ihren Ausdruck gefunden hat, gehört der Kalk des Arakynthos der mittlern Abtheilung der Kreide an.

Die Schichtenneigung ist gegen ONO. gerichtet, so dass das Gebirge von Aitolikon gesehen schroff und abgerissen erscheint, während es gegen die grosse, mit den Binnenseen von Agrinion und Angelokastro erfüllte Ebene sanftere Formen zeigt. Der Arakynthos wird durch eine von fast lothrechten Wänden begrenzte, tiefe Querschlucht, die sogenannte Klissura, zerschnitten, durch welche, wie Neumayr vermuthet, einstmals der Acheloos und die von ihm damals gespeisten Seen ihren Abfluss zum Meere fanden. An dem westlichen Fuss der Kalksteinkette lehnen sich, das östliche Gestade der Bucht von Aitolikon bildend, sanfte, sehr fruchtbare, aus Schwemmland gebildete Hügel. Das westliche Gestade wird bis zum Fluss Acheloos durch ein aus jungtertiären Schichten bestehendes Hügelland gebildet. Der südliche Theil dieses neogenen Gebietes erhebt sich im Katzaberge südwestlich von Aitolikon zu 123 m. Weiter gegen N. (die nordwestliche Umwallung des Beckens bildend) liegen die Hügel von Lankada. Zwischen den beiden letztgenannten Höhengruppen springt das westliche Ufer als ein Vorgebirge, Astrobitza, in die seeähnliche Bucht hinein. Hier sind den Tertiärmergeln Gypse eingeschaltet, welche in einem Steinbruche ausgebeutet werden. In weiterer Entfernung der in Rede stehenden Landschaft dehnt sich gegen O. jenseits des Arakynthos ein aus Schiefer und Sandstein bestehendes Hügelland aus, gegen Norden grenzt an das Tertiärgebiet die mit Alluvialbildungen erfüllte Ebene, in welcher ausser den beiden genannten Seen auch noch der See von Ozeros eingesenkt ist. Im W. endlich, jenseits des Acheloos, erheben sich die aus dem untern Kalk der Kreideformation bestehenden Akarnanischen Gebirge. Das allgemeine Streichen der Gebirgszüge und der sie bildenden Schichten ist ungefähr nordsüdlich, das herrschende Fallen gegen O.

Weder plutonische noch vulcanische Eruptivgesteine sind in diesem Theile Griechenlands bekannt.

Um die Mitte des Decembers (neuen Stils) herrschten heftige Nordoststürme, welche den Golf von Korinth, sowie den von Patras in gewaltigen Aufruhr versetzten. In der Nacht vom 15. bis 16. December (neuen Stils) wurden von mehreren Bewohnern Aitolikons Erderschütterungen bemerkt, welche indess wegen des gleichzeitigen Sturmesbrausens der Wahrnehmung Anderer entgingen. Zu dieser, in Griechenland keineswegs seltenen Erscheinung gesellte sich in derselben Nacht ein höchst merkwürdiges, fast unerhörtes Ereigniss. Die zum grössten Theil in Schlaf versenkten Bewohner wurden geweckt und in Schrecken gesetzt durch einen plötzlich auftretenden, starken Schwefelwasserstoffgehalt der Atmosphäre, welcher die Menschen mit Erstickung bedrohte. Man schützte sich durch Tücher, welche vor

Mund und Nase gehalten wurden. Der noch immer heftig wehende Wind reinigte in kurzer Zeit die Atmosphäre wieder. Als die Bewohner von Aitolikon am frühen Morgen des 16. an das Ufer des Binnengolfs und auf die ihre Stadt mit dem Festland verbindende Brücke traten, wurden sie durch eine andere unerhörte Erscheinung überrascht: eine ungeheure Menge von Fischen drängte, wie vor einem Feinde fliehend, gegen die schmale Mündung des Beckens, sowie gegen das flache Gestade, wo sie zu vielen Tausenden mit den Händen gefangen oder erschlagen wurden. Auch die Bewohner der benachbarten Dörfer kamen herbei, um sich an dem ungewohnten reichen Fischfang zu betheiligen. Nachdem der Sturm etwas nachgelassen, die Wasserfläche ruhiger geworden, fuhren die Fischerkähne hinaus; sie machten im südlichsten Theile des Beckens, nahe dem Ufer, die reichste Beute. Es schienen sämmtliche Fische aus dem ganzen, zuvor sehr fischreichen Becken, gegen den südlichen, mit dem Busen von Mesolungi communicirenden Theil gejagt zu sein. Während mehrerer Tage dauerte der Fang in solcher Weise fort und die Märkte von Mesolungi, Agrimion, Patras, Zante etc. wurden mit Fischen überfüllt. Ein grosser Theil dieser Fische, namentlich der auf das flache Ufer drängenden Schaaren wurde in offenbar krankhaftem, selbst sterbendem Zustande gefangen, wie auch das Meer mit todten Fischen übersät war.

Auf die Kunde dieser Ereignisse begaben sich die HH. Nider, Mparlampos und Pappadopulus, Aerzte zu Mesolungi, leider erst am 23. December nach Aitolikon. Aus ihrem Bericht sind als besonders merkwürdig noch hervorzuheben die Farbenveränderungen, welche durch den der Atmosphäre in jener Nacht beigemengten Schwefelwasserstoff hervorgebracht wurden. So führte der Arzt Epaminondas Mpellias, Demarch zu Aitolikon, die Herren in zwei Zimmer seines Hauses, deren ursprünglich röthlicher (durch Mennige bewirkter) Anstrich plötzlich in jener Nacht sich in Aschgrau und Schwarz verändert hatte. Einen gleichen Farbenwechsel hatten, wie der Apotheker Hr. Tzimpurakis aufwies, Bleipflaster erlitten. Die Einwirkung des Schwefelwasserstoffs zeigte sich auch an silbernen, sowie aus Christofle-Metall gefertigten Geräthen. Statt des weissen Silberglanzes zeigten sie jetzt eine matte, schwärzliche Oberfläche. Auch die Pflanzen auf den Balkonen und in den kleinen Gärten von Aitolikon sollen deutlich die Wirkung des verderblichen Gases gezeigt haben.

Nach der übereinstimmenden Annahme der Bewohner von Aitolikon soll die Gasexhalation im mittleren Theil des Beckens stattgefunden haben. Eine milchige Trübung des Wassers, welche auch die genannten Herren auf ihrer Fahrt nach der Küste von Lankada

wahrnahmen, wird ausgeschiedenem Schwefel zugeschrieben. Die Angabe der Fischer, dass auch feinzertheilte vulcanische Asche auf dem Wasser geschwommen, dürfte wohl auf Täuschung beruhen.

Eine ähnliche Gaseruption wiederholte sich im ätolischen Becken am 13. Januar (neuen Stils), wiederum begleitet von einer Erderschütterung und einem schwachen unterirdischen Dröhnen. Auch jetzt wurde eine Trübung des Meeres, sowie eine angstvolle Bewegung unter den Fischen bemerkt.

Wenngleich die vorstehende Mittheilung, welche ich der in Athen erscheinenden, durch Hrn. Dr. Spir. Miliaraki mir gütigst übergebenen Zeitschrift ΕΣΤΙΑ entnommen habe, in Bezug auf die genaue Beobachtung sehr vieles zu wünschen übrig lässt, so scheint das Ereigniss doch von nicht geringem geologischen Interesse zu sein. Es zeigt uns, fern von vulcanischen Phänomenen, eine plötzliche Gefährdung und Vernichtung grosser Mengen von Fischen. Aehnliche Vorgänge müssen in früheren Epochen vielfach stattgefunden haben, wie wir aus dem massenhaften Vorkommen von Fischabdrücken in den verschiedenen Formationen schliessen dürfen.

Ausgegeben am 2. März.

1882.
XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

2. März. Philosophisch-historische Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. CURTIUS.

Hr. DUNCKER las: Ueber den angeblichen Verrath des Themistokles.

Zum Finanzwesen der Ptolemäer.

Von Joh. Gust. Droysen.

(Vorgetragen am 2. Februar [s. oben S. 19].)

Es hat ein grosses historisches Interesse, den Umwandlungen nachzugehn, welche die Eroberungen und Gründungen Alexander's des Grossen wie in den politischen, so in den handelspolitischen und finanziellen Verhältnissen der alten Welt eingeleitet haben, Veränderungen, deren Summe dann in den zwei letzten vorchristlichen Jahrhunderten das Partherreich auf der einen, das Römerreich auf der andern Seite gezogen hat.

Von den politischen Umgestaltungen in dieser hellenistischen Zeit lassen sich die in der äusseren Politik der Mächte und Staaten auf Grund der in unseren Quellen erhaltenen schriftstellerischen Auffassungen einigermaassen verfolgen; für die der inneren Politik, für die wirthschaftlichen und socialen sind wir fast ausschliesslich auf die Ueberreste angewiesen, die, wie fragmentarisch und sporadisch immer sie vorliegen mögen, den Vorzug haben, weil sie unmittelbare Stücke des einst Wirklichen und Gegenwärtigen sind, je schärfer man in sie eindringt sich desto ergiebiger zu erweisen.

Freilich fast nur das ptolemäische Aegypten bietet uns in solchen Ueberresten, und zwar nicht blos Inschriften, Münzen, technischen und künstlerischen Arbeiten, sondern und namentlich in zahlreichen geschäftlichen Papieren, griechischen wie demotischen, die Möglichkeit, wie in einem Beispiel zu sehen, wie sich der monarchische, der Staatsgedanke Philipp's und Alexander's hellenistisch ausgebildet und umgebildet, nur zu schnell verbraucht hat.

Eine Preisaufgabe, welche 1864 die Pariser Akademie »über die politische Oekonomie und die Verwaltung Aegyptens in der Zeit der Lagiden« stellte, hat zwei Publicationen hervorgerufen, die in sehr dankenswerther Weise die bis dahin gewonnenen Materialien gesichtet und bearbeitet und damit für die weitere Forschung eine breite und sichere Basis geschaffen haben. Die Schrift von Lumbroso, die den Preis erhielt, hat den Vorzug der umfassenden Benutzung und Inter-

pretation der griechischen und demotischen Papyre, das Mémoire seines Concurrenten Rabiou ergänzt sie durch eine eingehendere Erörterung der Colonial- und Handelsverhältnisse des ptolemäischen Aegypten. Seitdem ist von Brugsch, Leemanns, Wessely, Krall u. A., mit hervorragendem Erfolg von Eugen Révillout weiter gearbeitet worden.

Die bedeutenden Ergebnisse dieser Studien machen es möglich, eine Frage wieder aufzunehmen, die ihrer volkswirthschaftlichen Wichtigkeit wegen mehrfach besprochen worden ist.[1] Es handelt sich um die höchste Summe in Einem Besitz aufgehäuften Edelmetalles, die aus dem Alterthum überliefert ist.

Appian giebt im Proömium seiner römischen Geschichte an, dass der zweite König Aegyptens so und so viele Truppen, Kriegsschiffe, Elephanten u. s. w. und in seinen Schatzhäusern 740000 ägyptische Talente gehabt habe; ungefähr 950 Millionen Thaler, wenn er Silbertalente gemeint hat.[2]

Begreiflich, dass diese kolossale Summe Bedenken erregte. Wem sie undenkbar schien, dem musste entweder Appian's Ziffer für fehlerhaft gelten, mochte der Autor selbst Falsches geschrieben oder der Abschreiber des Textes sich in der Ziffer versehen haben, — oder er musste diese Angabe so erklären, dass die genannte Summe in den Grenzen des Möglichen blieb.

Freilich ein sicheres Maass für das Mögliche hatte man nicht. Am wenigsten auf die nahe liegenden Vergleiche mit fürstlichen Schätzen in den letzten zwei oder drei Jahrhunderten durfte man sich stützen wollen, wenn man nicht zuvor nachgewiesen hatte, dass das Finanzwesen des Alterthums auf wesentlich analogen Productions-, Steuer- und Creditverhältnissen beruht habe, wie das der modernen Staaten, denen in gewissem Sinn die Staatsschulden statt des Schatzes sind.

Appian selbst weist auf einen Maassstab hin, der uns freilich nicht mehr vorliegt, aber doch einigermaassen reconstruirt werden kann.

Er spricht in jenem Proömium von der Grösse, Macht und Dauer des römischen Reichs; er sagt: weder die griechischen Staaten, noch die Reiche der Assyrer, Meder, Perser könnten sich damit vergleichen;

---

[1] Auch in der neuen Ausgabe der Geschichte des Hellenismus; die folgende Untersuchung, zu der ich jetzt erst die Musse fand, mag dem da Gesagten als Ergänzung dienen.

[2] In dieser Berechnung ist die ptolemäische Drachme von 3.57 Gramm als rein Silber genommen, wie es in dem attischen und römischen Geld nachgewiesen ist. Der preussische Thaler von 18.51 Gramm hat an reinem Silber 16.66 Gramm. Also 1 ptolemäisches Silbertalent 6000 × 3.57 Gramm = $1285\frac{1}{5}$ Thaler. Wenn Appian Denartalente gemeint hat, so würde sich die Summe von 1036 Millionen Thalern ergeben.

dann sei das Reich Alexanders gekommen, das in seiner plötzlich aufsteigenden Herrlichkeit wie ein Blitz über die Welt geleuchtet habe; mit des grossen Königs Tod, als das Reich in eine Reihe von Königsherrschaften zerfallen sei, hätten noch einzelne dieser Theilreiche Glanz und Macht gehabt, wie denn der nach ihm zweite König von Aegypten — und nun folgt die angeführte Aufzählung von Truppen, Schiffen, Rüstungen und endlich jene 74 Myriaden Talente. Appian fügt hinzu, dass auch die meisten anderen Theilreiche unter ihren ersten Königen dem ägyptischen nicht viel nachgestanden hätten,[1] aber unter ihren Nachfolgern rasch gesunken seien.

Wir haben keine sicheren Angaben über das, was man den Schatz Alexander's nennen könnte, nur gelegentlich Notizen über die von den Perserkönigen da und dort aufgehäuften Vorräthe an Edelmetallen und anderen Kostbarkeiten, die in seine Hand fielen. Völlig glaubwürdig ist nur, wenn Arrian, wie man leicht erkennt, der besten Quelle, den Aufzeichnungen Ptolemaios' I. folgend, III 16. 3 angiebt: in Susa habe Alexander fünf Myriaden Silbertalente und die übrige königliche Ausstattung (κατασκευή), also Geräthe, Schmuck, Purpur u. s. w. erbeutet. Und weiterhin: er habe sich des Schatzes in Persepolis, des Schatzes des Kyros in Pasargadai bemächtigt (III 18. 10). Die Summe des hier Erbeuteten giebt Diodor (XVII 71), Gold und Silber zusammen, auf 12 Myriaden Silbertalente an; und Strabo (XV S. 731): dass ausser dem, was Alexander im Lager (bei Arbela) und in Babylon gefunden, die in Susa und Persis erbeuteten Schätze nach Einigen vier, nach Anderen fünf Myriaden betragen hätten, nach Anderen seien in Ekbatana 18 Myriaden Talente niedergelegt worden. Vor der Schlacht bei Issos hatte König Dareios das meiste von dem, was er für seinen campagnemässigen Bedarf mit ins Feld genommen, nach Damaskos abgehn lassen, wo es Parmenion erbeutete; aus dessen Verzeichniss der gemachten Beute ist die Angabe erhalten (Athen. XI S. 782), dass in derselben goldene Trinkgefässe, 73 Talente 52 Minen, und goldene mit Edelsteinen besetzte, 56 Talente 34 Minen nach babylonischem Gewicht waren, auf ägyptische Silbertalente reducirt, etwa 1660 Talente.

Von dem was Alexander in Baktrien, in Indien an Gold, Silber, Edelsteinen u. s. w. zusammengebracht hat, sind keine Angaben überliefert. Aber wenn Arrian den in Pasargadai erbeuteten Schatz als den des Kyros bezeichnet,[2] so verdient erwähnt zu werden, was Plinius (XXXIII 5) von demselben sagt: schon Midas und Kroisos hätten grosse Massen Gold und Silber besessen und Kyros, nachdem er den

[1] Φαίνεται δὲ καὶ πολλα τῶν ἄλλων σατραπῶν οὐ πολυ τουτων ἀποδέοντα.

[2] Τὰ ἐν Πασαργαδαις χρήματα ἐν τοῖς Κυρου τοῦ πρώτου θησαυροῖς.

lydischen König besiegt, habe an Gold pondo viginti quattuor milia ausser den goldenen und silbernen Gefässen und Geräthschaften, und an Silber ausser dem grossen Mischkrug der Semiramis, cujus pondus quindecim milia talentorum gewesen sei, noch argenti quingenta milia abgeführt. Also, das Gold ungerechnet, an Silber $51^1/_2$ Myriaden Talente. Wenn Plinius dazu bemerkt, dass nach Varro ein aegyptisches Talent gleich 80 römischen Pfunden sei, so wird das nicht blos beweisen, dass seine Angabe aegyptische Silbertalente meint,[1] sondern wohl auch, dass er wie die Gleichung, so das, was mit ihr erläutert werden soll, aus Varro geschöpft hat, und dann hat Varro seine Angabe einem Autor entnommen, der nach aegyptischen Talenten zu rechnen gewohnt war, also wohl einem alexandrinischen.

Alexander war weniger darauf gewandt, Schätze zu sammeln, als die todtliegenden Massen edlen Metalls, die er vorfand, in Umlauf zu bringen. Welche Massen davon er zur Verfügung hatte, zeigen einzelne Vorgänge, die Arrian berichtet und, wenn er sie ohne »man sagt« und dergleichen giebt, aus Ptolemaios geschöpft hat. Zum Bau des Scheiterhaufens für Hephaistion's Leiche hat Alexander eine Myriade Silbertalente[2] angewiesen (VII 14. 8) »oder, fügt Arrian hinzu, »wie Andere sagen, noch mehr«. Er hat, als er in Opis nach der bewältigten Meuterei 10000 Veteranen in die Heimath entliess, jedem ausser dem laufenden Solde ein Talent Silber gegeben (VII 12. 1). Den schon 330 von Ekbatana heimgesandten thessalischen und andern Bundesreitern hat er ausser dem laufenden Sold 2000 Talente gezahlt, in derselben Zeit dem Antipatros zum Kriege gegen Sparta 3000 Talente gesandt (III 19. 5, 16. 10). Was die Hochzeitsgeschenke in Susa für die mehr als 10000 Mann vom Heere, die Asiatinnen heiratheten, dem Schatze gekostet haben, wird von Arrian nicht angegeben (VII 5. 4); aber als in denselben Tagen der König Geld auflegen liess, von dem jeder seiner Soldaten so viel nehmen konnte, wie seine Schulden betrugen, sollen, sagt Arrian, »bei zwei Myriaden Talente ausgezahlt worden sein.« Unter den Verfügungen in dem Testament Alexander's, in dem unter Andern der Bau von 1000 Kriegsschiffen, grösser als Trieren, umfassende Strassen-, Kanal- und Hafenbauten angeordnet waren, war auch die über 9000 Talente zum Bau von sechs Tempeln in der griechischen und makedonischen Heimath. Von dem Leichenwagen, der Alexander's Leiche nach dem Ammonion überführte, und von dem Trauerzuge von Babylon dorthin ist eine Angabe der darauf verwandten Kosten nicht überliefert;[3] aber die

[1] Also über 660 Millionen Thaler.

[2] Die Alexanderdrachme zu 4.32 Gramm gerechnet, also ungefähr 15500000 Thaler.

[3] Diodor sagt: ἐπεὶ δὲ το κατασκευασθὲν ἔργον ἄξιον ὑπαρχον τῆς Ἀλεξάνδρου [illegible]

Beschreibung, die DIODOR giebt (XVIII 26), lässt vermuthen, dass dieselben weit über die auf Hephaistion's Scheiterhaufen verwandten hinausgingen.

»Als Alexander die Schatzhäuser des Morgenlandes gewonnen hatte«, sagt ATHENAIOS (VI S. 231) »brach der Morgen des Reichthums für die Welt an.« Die angeführten Summen geben einen Maassstab für das damals Mögliche, wenigstens insofern, als so gut in dem, was Alexander erbeutete, wie in dem, was er verwendete, nach Tausenden und Zehntausenden von Talenten gerechnet wird. Und wenn diejenigen unter seinen Nachfolgern, die das reiche Nilland beherrschten, von dort aus die Küste des Rothen Meeres, den Handel nach Arabien und Indien gewannen, an den Küsten des goldreichen Aethiopiens ihre Colonien gründeten, das Nilgold zu gewinnen fortfuhren,[1] — Regenten, die besser als andere der Folgeherrscher lucrativ zu wirthschaften verstanden, — wenn diese nach APPIAN's Angabe 74 Myriaden Talente in ihren Schatzhäusern gehabt haben sollen, so wird man diese Ziffer doch nicht einfach darum für falsch erklären dürfen, weil eine solche Summe das Maass des Möglichen überschreite. Hat doch nach desselben APPIAN's Angabe (de bello civ. II 102) Pompejus nach seinen Siegen in Asien im Triumphzug ausser silbernen und goldenen Geräthschaften, Statuen u. s. w. 65 Myriaden Talente Silber und 2822 goldene Kränze, 20424 Litren an Gewicht aufgeführt, d. h. 6824 Zollpfund Gold. Andere minder verbürgte Angaben mögen zum Vergleich in der Anmerkung angeführt werden.[2]

APPIAN beruft sich für seine Angabe über die Truppen, Schiffe, Elephanten und den Geldvorrath des zweiten Ptolemaios auf die βασιλικαὶ ἀναγραφαὶ, in denen man officielle Aufzeichnungen zu erkennen glaubt. Im Wesentlichen dieselben Angaben hat HIERONYMUS in seinen Erklärungen zum Propheten DANIEL, nur dass er statt der 74 Myriaden Talente APPIAN's das jährliche Einkommen des Königs mit 14800 Talenten und $1^1/_2$ Million Artaben Getreide angiebt; sein Ausdruck lässt vermuthen, dass er die Einkünfte von Aegypten allein, die der Nebenländer ungerechnet, meint.

μονον κατα την δαπανην διήνεγκε τῶν ἄλλων ὡς ἂν απο πολλῶν ταλαντων κατασκευασθὲν ἀλλα καὶ τῇ κατα τὴν τέχνην περιττοτητι περιβόητον ὑπῆρξε u. s. w.

[1] Nub-en-mu, Gold des Wassers, schon in den Schätzen der Pharaonen, LEPSIUS Abh. d. Berl. Akad. 1871 S. 35. Bei den gleich zu erwähnenden Anführungen aus KALLIXENOS sagt ATHEN. V S. 203: μόνος γὰρ ὡς ἀληθῶς ὁ χρυσοῤῥόας καλούμενος Νεῖλος, μετα τροφῶν ἀφθόνων καὶ χρυσὸν ἀκίβδηλον καταφέρει.

[2] Unter mehreren, die DIODOR im ersten Buch über Schätze der alten Pharaonen giebt, ist die über Ramses (1. 62): »er habe an Gold und Silber die meisten Schätze zusammengebracht, an die 40 Myriaden Talente, wie überliefert sei«, eine Angabe, welche die Priester dem DIODOR oder seinem Gewährsmann aus derselben hieroglyphischen Anagraphe gemacht haben konnten, die theilweise von CHAMPOLLION und

Man hat an diesen 14000 Talenten keinen Anstoss genommen. Wenn Lumbroso S. 318 und Andere nach ihm für diese Summe eine gewisse Stütze darin finden, dass die Einkünfte Aegyptens zu der Zeit, als Ptolemaios I. die Satrapie übernahm, 8000 Talente betragen hätten, und wenn sie hinzufügen, dass Ptolemaios die Bevölkerung aus politischen Gründen noch habe schonen müssen, oder auch, dass erst allmälig das ptolemäische Verwaltungssystem sich entwickelt habe, so bezeichnet Diodor mit seinen 8000 Talenten keineswegs das Jahreseinkommen der Satrapie, sondern er sagt, dass Ptolemaios mit der Satrapie 8000 Talente überkam und nun Söldner warb[1]; diese Summe war also da und sogleich zu seiner Verfügung.

Besser zum Vergleich geeignet ist Strabo's Angabe (XVII S. 798), dass nach einer Rede Cicero's Aegypten dem Ptolemaios XIII. Auletes, dem Vater der bekanntesten Kleopatra, in einer Zeit also, da die Macht des Lagidenreiches schon gründlichst zerrüttet war, jährlich 12500 Talente Einkommen gebracht habe. Nicht minder eine erwünschte Vergleichung bietet die Angabe Diodor's XIX 56, die unzweifelhaft aus dem Werke des sehr zuverlässigen und kundigen Kardianers Hieronymos geschöpft ist: der alte Antigonos habe nach den grossen Siegen in Medien, in denen ihm 316 Eumenes und die östlichen Satrapen erlagen, 25000 Talente heimgebracht, dann für den neuen Feldzug gegen die Machthaber im Westen aus dem 320 nach Kyinda gebrachten Reichsschatz 10000 Talente entnommen, ausserdem aus den Einkünften seiner Gebiete 12000 Talente zusammengebracht; also eine Kriegskasse von vier Myriaden und 6000 makedonisch-attischen Talenten.

Durften somit die 14800 Talente Jahreseinnahme auch für unbedenklich gelten, so schien es doch klar, dass bis zum Ende des zweiten Ptolemaios aus ihren Ueberschüssen, zumal da die laufenden Ausgaben für Heer und Flotte, für zahlreiche Kriege, für grosse Stif-

Rosellini in dem Grabe des Königs Ramses III wiedergefunden worden ist. Auch mag daran erinnert werden, dass König Salomo's Ophirfahrer von ihrer Expedition 420 Kikkar Gold mitgebracht haben sollen (1. König. 9. 26 ff.) und dass dieser König in einem Jahre ausser dem, was er durch Abgaben erhielt, 666 Kikkar Gold eingenommen habe (1. König. 10. 14); wenn Brandis Münz-, Maass- und Gewichtskunde S. 98 diese Summen als Reduction einer ächten Angabe nach Silber zu erklären glaubt, so ist das mehr überraschend als überzeugend. Die Chronik I 22 (21). 14 lässt sogar David selbst sagen, er habe 100000 Kikkar Gold und 1000 mal tausend Kikkar Silber zum Tempelbau beschafft, und 30 (29). 4 noch einige tausend Kikkar Gold und Silber mehr hinzufügen, meldet auch, dass die Fürsten und hohen Beamten des Landes noch 10000 Kikkar Silber und 5000 Kikkar Gold und 10000 Dareiken aufgebracht haben.

[1] Diod. XVIII 14: Πτολεμαῖος μὲν ἀκινδύνως παρέλαβε τὴν Αἴγυπτον καὶ τοῖς μεν ἐγχωρίοις φιλανθρωπως προσεφέρετο, παραλαβων δὲ ὀκτακισχίλια τάλαντα μισθοφόρους ἠθροιζε u. s. w. Da diese Nachricht wohl aus dem Kardianer Hieronymos stammt, so sind mit Diodor's Talenten makedonisch-attische gemeint.

tungen u. s. w. Geld vollauf kosten musste, eine Summe von 74 Myriaden Talenten nicht erspart sein konnte.

Trotzdem die 74 Myriaden zu retten, nahm Boeckh an, dass Appian die Jahreseinnahme der 38 Jahre, welche Ptolemaios II. regiert hat, zusammenaddirt habe; indem er ferner für $1\frac{1}{2}$ Millionen Artaben Getreide nach den in den Papyren vorkommenden Preisen jährlich 500 Talente, die Jahreseinnahmen aus den übrigen ptolemäischen Ländern auf etwas über 4170 Talente rechnete; so erreichte er die 74 Myriaden. Freilich für die Einnahme aus den Nebenländern hatte er keine andere Grundlage, als dass ihm gerade 38×4170 Talente fehlten, um die gegebene Summe voll zu machen.

Eine andere Lösung der Schwierigkeit fand Letronne, in der That die einfachste. Nach mehrfachen Angaben in den alten Schriftstellern[1] — und die Papyre bestätigen sie im vollsten Maass — ist in dem ptolemäischen Aegypten wie nach Silber- so nach Kupfertalente gerechnet worden. Letronne hält dafür, dass mit den 74 Myriaden Kupfertalente gemeint seien, und berechnet diese Summe, nach dem von ihm entwickelten Werthverhältniss zwischen Silber und Kupfer in Aegypten 1 : 60, auf 12533 Talent Silber.

Unsere Münzsammlungen zeigen, dass ptolemäisches Geld in Gold, Silber und Kupfer geprägt worden ist. Hatten die drei Metalle als Münzen fixirten Werth? oder waren zwei von ihnen Waare, deren Preis an der dritten gemessen wurde?

Die italische und in gewissem Sinn auch die sikeliotische Münzgeschichte lehrt, dass, wo ursprünglich Kupfer das currente Geld war, dessen Werth, sobald Silber mit in Umlauf kam, rasch im Werth sank und durch seine Werthschwankungen zeigte, dass es nur noch Waare sei. Es scheint unzweifelhaft, dass das pharaonische Aegypten einheimisches Geld nicht hatte, wenn auch neben anderen Gegenständen Gold, Silber, Kupfer in Barren und in Ziegeln zu Tausch gebraucht wurde. Mit dem Handel und der hellenischen Ansiedlung in Naukratis, mit der wachsenden Ausfuhr von Getreide, Glas, bald auch Papyrus, musste gemünztes Edelmetall des Auslandes nach Aegypten kommen, seit der persischen Eroberung das Gold und Silber des Grosskönigs, Stateren und Sekeln, wie sie zuerst Dareios I. prägen liess, dort häufig werden; hat doch Dareios I. den Satrapen Aryandes schwer gestraft, weil er das Silbergeld — denn für das Reich galt die Goldwährung — von feinerem Gehalt als das königliche ausmünzte. Alexanders Eroberung brachte die Silberwährung über den Osten

[1] So schickt nach Polyb. XXIII 9, 3 der ägyptische König den Achaiern διακοσια τάλαντα νομίσματος ἐπισημου χαλκοῦ, — und früher den Rhodiern nach dem Erdbeben Polyb. V 89, 1. ἀργυρίου ταλαντα τριακοσια . . . καὶ χαλκοῦ νομίσματος τάλαντα χίλια.

und zwar die nach attischem Fuss, die Drachme zu 4.32 Gramm, obschon er zugleich Gold in Menge nach demselben Gewichtssystem prägen liess.

Ptolemaios I. blieb bei der Silberwährung Alexander's, aber er liess, — es ist nicht mehr zu erkennen, von welchem Jahre an — die Drachme zu 3.57 Gramm Silber prägen, wohl im Anschluss an das in den phönizischen Städten hergebrachte System, die schon, ehe von Dareios die Geldprägung für das Reich eingeführt wurde, nach dem sogenannten kleinasiatischen Fuss zu prägen begonnen hatten.

Dass in dem ptolemäischen Aegypten so gut nach Silber- wie Kupfertalenten gerechnet wurde, genauer, dass die Silber- und Kupferwährung neben einander galt, ist nach mehrfachen Angaben alter Schriftsteller, sowie aus der Art, wie nach den Papyren von Privaten und an den königlichen Kassen Silber und Kupfer gegen einander verrechnet wurde, ausser Zweifel. Es ergiebt sich da eine Schwierigkeit, die für unsere Frage nicht ohne Bedeutung ist.

In einem griechischen Schreiben aus der Zeit Ptolemaios VI. werden in einer Addition von mehreren Posten 40 Silberdrachmen gleich 4260 Drachmen Kupfer gerechnet[1], also 1 Drachme Silber = $106\frac{1}{2}$ Kupferdrachmen. Wiederholt kommt in Papyren derselben und der nächstfolgenden Regierung der Ausdruck *χαλκὸς οὗ ἀλλαγή* vor[2]; aus einer demotischen Papyrus führt Révillout[3] die Worte an: l'échange de cuivre étant de 24 aereus pour deux dixièmes argenteus; also da gilt 1 Drachme Silber im Wechsel 120 Drachmen Kupfer[4].

Auf eine sehr andere Rechnung führen andere Papyre derselben Zeit. Der Wiener vom 49. Jahr des Ptolemaios VII., welcher die Theilung (*διαίρεσις*) eines Grundstückes unter mehrere Geschwister betrifft, sagt in der trapezitischen Beischrift über die Erstattung der Theilungssteuer: dass der eine der sieben von 1 Talent Kupfer den Zehnten mit 600 Drachmen gezahlt habe (*χαλκοῦ τάλαντα α' τέλος δραχμὰς χαλκοῦ ἑξακοσίας*)[5], also das Kupfertalent hat 6000 Drachmen. Der demotische Text scheint völlig anders zu rechnen; da heisst es: wer von den Betheiligten nicht in dem Vertrage bleibt, paiera pièces

[1] Notices et extraits XVIII 2, Papyrus des Louvre 59: *τον λογον τῶν χαλκῶν ἀπέστηκα* ⊢ 40 *ἀργυρίου* ⊢ 4260, *καὶ παρὰ σοῦ* ⊢ 1000, *πέπρακα τὸ ὀθόνιον* ⊢ 500, *καὶ τὸ ἱματιον* ⊢ 380. *ταλαντα* 1 ⊢ 140. Also im Ganzen 6140 Drachmen, von denen 4260 in 40 Silberdrachmen baar vorlagen.

[2] So in den Papyren der Zois, die Amad. Peyron in den Mem. del Acad. di Tor. XXXIII S. 154 ff. veröffentlicht hat.

[3] Révillout in der Aegypt. Zeitschrift, 1879 S. 130.

[4] Den demotischen Text mit Uebersetzung giebt Révillout Nouv. Chrest. démot. S. 87. Die griechischen Beischriften Wessely, Wiener Studien III S. 1.

[5] Aehnlich die griechische Beischrift des Berl. Papyrus 38 eine *δεκατη ἐγκύκλιος* .. *ταλαντα β', τέλος ασ'* (Rheinisches Museum 1832 III 4, S. 501).

gravées d'argent cinq, sekels vingt-cinq pour les sacrifices du Roi, qu'il donne autres argenteus mil cinq cents, en talents cinq[1]; also ist 1 Kupfertalent gleich 300 Silberdrachmen, und 1 Silberdrachme gleich 5 Sekel oder 20 Kupferdrachmen.

Man sieht, da sind zwei oder drei ganz verschiedene Berechnungen zwischen den beiden Währungen; nach der ersten ist

1 Silbertalent = $106^1/_2$ Talent Kupfer oder 639000 Drachmen,
nach der zweiten
1 Silbertalent = 120 » » = 720000 »
nach der dritten
1 Silbertalent = 20 » » = 120000 »

Die Differenz der beiden ersten Ansätze könnte man sich als Werthschwankungen des Kupfers erklären, aber Schwankungen bis zum Sechsfachen des Werthes in demselben Jahre, in demselben Rechtsgeschäft sind unmöglich.

Révillout, der diese Dinge zuerst und mit allseitiger Sachkenntniss erörtert hat, kommt zu dem Ergebniss: dass der Sekel d. i. die Tetradrachme in Kupfer die unité légale sei répondant sans doute à la drachme d'argent ptolemaique, monnaie isonome (ἰσόνομος) c'est à dire commune aux deux peuples[2]. Er findet darin die Bestätigung für die Angabe des Pollux (X 86) und Anderer, dass das aegyptische Talent 1500 Drachmen gehabt habe, nämlich Sekel, »der Sekel der ptolemäischen Silberdrachme entsprechend«.

In den mir bisher bekannt gewordenen Darlegungen Révillouts ist der Zusammenhang seiner Argumentation noch nicht völlig zu übersehen. Wenn er sagt, dass der Sekel der Silberdrachme »entsprechend« gewesen sei, so ist nicht deutlich, ob der Sekel mit der Silberdrachme gleichen Werthes oder nur ein aus ihr entwickeltes und so ihr »entsprechendes« Theilstück gewesen sein soll. Wenn der Argenteus, wie Révillout ihn nennt (das Demotische setzt das blosse Zeichen Silber) ein Silberstück war, das fünf Sekeln gleich galt, so trafen nicht in dem Sekel, sondern in dem Silberstück die beiden Währungen zusammen. Wenn der Sekel das isonome Stück sein sollte, so musste er entweder auch in Silber ausgeprägt sein oder das grösste Kupferstück nicht bloss die Geltung, sondern auch den Werth von $^1/_5$ Silberdrachme haben; aber einerseits giebt es kein ptolemäisches Silbergeld

---

[1] Eine andere Uebersetzung, die mir Brugsch mitzutheilen die Güte gehabt hat, wird Anhang 2 bringen.

[2] Révillout (Aegypt. Zeitschr. 1879 S. 129) sagt ... que les Grecs d'Égypte comptent ordinairement par calques ou monnaie de cuivre et les Égyptiens de race par monnaies d'argent. Diese Scheidung nach der Nationalität trifft wohl nicht das Wesentliche.

unter der Drachme von 3.57 Gramm, andererseits reichten die schwersten ptolemäischen Kupferstücke, die sich erhalten haben, 70.83 bis 72.40 Gramm, nicht an den Werth von $^1/_5$ Drachme Silber heran.

Es liegt nahe, in dem ptolemäischen Münzwesen ein Analogon von dem zu suchen, was in Sicilien zwischen Silber- und Kupferwährung vermittelnd der nummus war, der noch $^1/_5$ Drachme in Silber darstellte, 1 Pfund Kupfer an Werth. Trat in Aegypten dafür vielleicht das isonome Kupfer ein? Das bisher bekannte Material scheint dafür keinen Anhalt zu bieten. Révillout sagt: dans les comptes grecs d'Egyte les monnaies isonomes sont, sans cesse, opposées aux monnaies »dont le change«. Unter den mir bekannten Stellen, wo der Ausdruck »isonom« vorkommt, ist nur eine für unseren Zweck ergiebig.[1] Gewisse Priester in Theben fordern im Jahre 40 (des Ptolemaios VII. Euergetes) bei der königlichen τράπεζα von einer Summe von χαλκοῦ τάλαντα ͳν' die sie dort deponirt hatten, den Rest[2], nämlich χαλκοῦ τάλαντα ἰσονόμου ταλ. ξ'/ταλ. ρξ'; beide Summen sind getrennt durch einen fast senkrechten Strich, wie er auch sonst in den griechischen Papyren als Zeichen der Gleichsetzung vorkommt[3]; bei einer zweiten Mahnung, einige Wochen später, nennen die Mahner nur diese zweite Summe χαλκοῦ τάλ. ρξ'. Hiernach also sind 60 Talente isonomes Kupfer = 160 Talenten gewöhnliches Kupfer, das man als οὗ ἀλλαγή wird bezeichnen dürfen.

Révillout hebt hervor, dass Gleichungen von zweierlei Art Kupfer, wie die erwähnten in Papyren aus der Zeit der ersten vier Ptolemäer, sich bisher nicht gefunden haben, sondern erst seit dem Jahre 20 des Ptolemaios V. Epiphanes. In den ersten Jahren dieses Königs begannen die grossen Aufstände, welche eine eigene Dynastie in der Thebais, eine ägyptische, möglich machten, die sich von 203 bis 185 hielt.

Möglich, dass Ptolemaios I., als er sein Münzsystem gründete, für den Kleinverkehr im Innern des dichtbevölkerten Nillandes, wo der Masse der Bevölkerung Wohnung, Kleidung und Nahrung ausserordentlich wenig kostete und in deren täglichem Leben selten eine Silbermünze, noch seltener ein Goldstück vorkommen mochte, Kupfergeld nach dem damals in Aegypten geltenden Preise des Kupfers normirt prägen liess, und zwar so, dass Silber nicht unter 1 Drachme

[1] Die übrigen Stellen werden im Anhang 2 genannt werden.

[2] Parthey (Abh. der Berl. Akademie 1869, I S. 12) las irrig χαλκοῦ ZEN. Das Zeichen ͳ für 900 (statt des üblichen ϡ) findet sich eben so in den griechischen Beischriften No. 37 (Rheinisches Museum III 4, S. 514) und sonst.

[3] Rheinisches Museum III 4, S. 520 χαλκοῦ τάλαντα β', τέλος ἑξακοσίας / χ'. Also von zwei Talenten Kupfer die εἰκοστή 600 Drachmen. Derselbe Strich in dem von Buttmann edirten Berl. Papyr. No. 36 χαλκοῦ ταλαντα γ' τέλος ἐνναχοσίας / ͳ.

(3.57 Gramm, etwa $^2/_3$ Mark an Werth) ausgeprägt wurde, die minderen Nominale für den Kleinverkehr nur in Kupfer. Je grössere Massen Kupfer — und die nahe Wüste, die Kupferwerke von Cypern, am Berge Sinai u. s. w. gaben Erz vollauf — gemünzt wurden und je mehr auch im Kleinverkehr Edelmetall in Umlauf kam, desto mehr sank der Cours des Kupfergeldes. Wenn dann wahrscheinlich gewisse Abgaben (*ἀργυρικαὶ πρόσοδοι* Ins. Ros. lin. 4), sicher gewisse Strafgelder in Silber gefordert wurden, aber in Kupfer *οὗ ἀλλαγή* eingezahlt werden durften, und dieser Tausch an der königlichen *τράπεζα* des Nomos, die zugleich Staatscasse und Wechselbank war, officieller Weise mit allerlei Provisionen für die Bank vorgenommen werden musste, und zwar nach dem Courswerth des Kupfers — denn sonst wäre die *ἀλλαγή* nicht nöthig gewesen — so war die nothwendige Folge davon, dass aus dem Kleinverkehr das Silber abfloss — wie seiner Zeit das Silber und Gold Frankreichs vor den Assignaten, — nicht nach dem Ausland, sondern in die königliche Casse. Wenigstens in Aegypten; denn wenn auch in den sonstigen ptolemäischen Ländern in gleicher Weise Kupfer geprägt wurde, wie die Monogramme und Beizeichen von cyprischen, phönicischen u. s. w. Städten erkennen lassen, so ist doch nicht zu erweisen, dass da in gleicher Weise nach Kupfer gerechnet wurde, gewiss nicht aus der Erzählung in dem Briefe des Aristeas über die LXX (und Josephus folgt ihm), dass ein jüdischer Mann die Gefälle seiner Heimath, für deren Erhebung bis dahin als Pacht 8000 Talente Kupfer gezahlt worden waren, für 16000 übernahm, — wohl Kupfer *οὗ ἀλλαγή*, wie denn diese Verpachtungen in Alexandrien versteigert wurden.

In Anhang 2 wird Weiteres über das isonome Kupfer mitgetheilt werden; hier war diese Frage nur in so weit zu erörtern, als sie möglicher Weise die 74 Myriaden Talente Appian's erklärlicher machen kann.

Appian sagt nicht, dass diese Summe nur in geprägtem Silber bestand, es kann in derselben immerhin auch Silber in Barren und Geräthen, auch Gold, geprägtes, in Barren, Kränzen, Statuen, Gefässen u. s. w. mitbegriffen sein. Er sagt auch nicht, dass dies »des Königs Schatz« gewesen sei, sondern der König habe *ἐν τοῖς θησαυροῖς* an Werthen (*χρήματα*) 74 Myriaden Talente gehabt. Aegyptische Talente, sagt er an dieser Stelle, während er an anderer nach andern Talenten rechnet; wenn er V. 2 angiebt, dass das euböische Talent gleich 7000 Alexandrinern sei, so giebt er damit nicht, wie jüngst gesagt ist, eine Erklärung für das, was er mit ägyptischem Talent meint, denn seine *Ἀλεξάνδρειοι δραχμαί* sind Alexanderdrachmen, in dem Sinne wie Mommsen R. M. S. 28 nachgewiesen hat. Von Kupfertalenten

spricht Appian, soviel ich sehe, nirgends; und in Aegypten wird keinesweges immer und nur nach Kupfertalenten gerechnet.

Da Appian mit seinen 74 Myriaden den grossen Reichthum der ersten makedonischen Könige Aegyptens erweisen will, so kann er wohl nur Silbertalente gemeint haben, nach dem in Aegypten geltenden Münzfuss einen Silberwerth von ungefähr 950 Million Thalern.

Zieht man mit Letronne vor, jene 74 Myriaden für Kupfertalente zu halten, so gäbe das nach dem von Letronne angenommenen Verhältniss von 1 : 60 in Silber 12533 Talente (gegen 15 Million Thaler), nach dem oben entwickelten von 1 : 120 die Hälfte davon, — etwa so viel wie der Rest des Schatzes betrug, den König Perseus in dem letzten schweren Kriege gegen die Römer nach der völligen Niederlage auf der Flucht noch bis Samothrake rettete; eine Summe, die für Ptolemaios II. in der Zeit seiner höchsten Opulenz und Macht wohl mit Recht »unansehnlich« genannt werden durfte, »des Ruhmes nicht werth, mit dem nicht bloss Appian dieses Königs Reichthum feiert.«

Scheint die Reduction der 74 Myriaden Talente auf Kupfer eben so unangemessen, wie die Erklärung dieser Ziffer aus der Summirung von 38 Jahreseinnahmen bedenkliche Voraussetzungen und Ergänzungen nöthig macht, steht anderer Seits die bei Appian überlieferte Ziffer handschriftlich fest, wie man nach Mendelssohn's Textausgabe glauben darf, so scheint nur noch die Annahme übrig zu bleiben, dass Appian mit oder ohne Absicht Falsches berichtet hat.

Es kommt darauf an, ob sich eine solche Annahme begründen oder doch wahrscheinlich machen lässt, und zwar in solcher Weise, dass man die Grösse der Summe, für oder wider die der Beweis gefunden werden soll, nicht mit als Beweismittel heranzieht.

Es ist auffallend, dass das, was Hieronymus mit seinem historiae narrant anführt[1], sowohl in der Auswahl und Reihenfolge der verzeichneten Gegenstände, wie in den Zahlen im Wesentlichen mit Appian's Angaben übereinstimmt.

Hieronymus.	Appian.
habuisse eum peditum ducenta milia	τοῖς ἐμοῖς βασιλεῦσι μόνοις ἦν στρατιὰ πεζῶν μυριάδες εἴκοσι
equitum viginti milia	καὶ μυριάδες ἱππέων τεσσάρες[1])
elephantos quos primus eduxit ex Aethiopia quadringentos	καὶ ἐλέφαντες πολεμισταὶ τριακόσιοι

[1] Die Stelle lautet im Zusammenhang (bei Migne patrol. lat. XXV 5, S. 585): zu Daniel c. 11 v. 5, iste est Ptolemaeus Philadelphus secundus rex Aegypti, filius Ptolemaei superioris .... tantaeque potentiae fuisse narratur ut Ptolemaeum patrem vinceret. Narrant enim historiae u. s. w.

[1] Die Differenz der Ziffer erklärt sich aus der häufigen Verwechselung, dass man δ' für δυο las oder umgekehrt. In dem Festzug, den Kallixenos beschreibt (bei Athen. V, S. 203), ziehen mit auf: 57600 Mann Fussvolk und 23200 Reiter.

Hieronymus.	Appian.
curruum vero duo milia	καὶ αρματα ἐς μάχας δισχίλια
. . . .	καὶ ὅπλα ἐς διαδοχὴν μυριάσι τριάκοντα
naves longas quas nunc liburnas vocant mille quingentas, alias ad cibaria militum portanda mille	καὶ τάδε μὲν αὐτοῖς ἦν ἐς πεζομαχίας· ἐς δὲ ναυμαχίας κοντωτὰ, καὶ ὅσα σμικρότερα ἄλλα, δισχίλια, τριήρεις δὲ, ἀπὸ ἡμιολίας μέχρι πεντήρους πεντακόσιαι καὶ χίλιαι
. . . .	καὶ σκεύη τριηρετικὰ διπλότερα τούτων θαλαμηγά τε χρυσόπρυμνα καὶ χρυσέμβολα ἐς πολέμου πομπὴν, οἷς αὐτοὶ διαπλέοντες ἐπέβαινον οἱ βασιλεῖς, ὀκτακόσια,
auri quoque et argenti grande pondus ita ut[1]) de Aegypto per singulos annos quatuordecim milia et octingenta talenta argenti acceperint et frumenti artabas quae mensura tres modios et tertiam modii partem habet[2]) quinquies et decies centena milia	χρημάτων δ'ἐν τοῖς θησαυροῖς τέσσαρες καὶ ἑβδομήκοντα μυριάδες ταλάντων Αἰγυπτίων

Appian lässt die 1500000 Artaben Getreide fort; er fügt einen Schlusssatz hinzu, der nicht ganz dem Eingang entspricht. Er hat mit der Aeusserung begonnen: »dass die Theilstücke des glänzenden Alexanderreiches immer noch glänzend genug gewesen seien,« und führt dann als Beispiel an, dass »seine Könige allein« so und so viel Truppen, Schiffe u. s. w., so und so viel Geld ἐν τοῖς θησαυροῖς gehabt hätten, und schliesst dann:

> ἐς γὰρ δὴ τοσοῦτο παρασκευῆς τε καὶ στρατιᾶς ἐκ τῶν βασιλικῶν ἀναγραφῶν φαίνεται προαγαγών τε καὶ καταλιπὼν ὁ δεύτερος Αἰγύπτου βασιλεὺς μετ' Ἀλέξανδρον.

Man braucht nicht Anstoss daran zu nehmen, dass Appian Ptolemaios II. als den zweiten König Aegyptens bezeichnet, da auf Alexander zunächst Philipp III. und Alexander IV. gefolgt seien; diese waren Könige des ganzen Reiches, Ptolemaios I. der erste König Aegyptens. In der ganzen Reihe von Aufzählungen spricht er von dem, was »seine Könige« gehabt und beschafft haben; und nur zum Schluss wird das Ganze, und zwar mit einem nicht sehr präcisen Ausdruck auf Ptolemaios II. gewandt. Wenn er sagt: aus den königlichen ἀναγραφαῖς erhelle, dass dieser König bis zu solcher Höhe die Macht und die Mittel »gesteigert und vererbt habe«, so ist weder deutlich, was zum Weiter-

---

[1] Das ita ut ist hier nach dem loseren Gebrauch der späteren Latinität epexegetisch zu verstehen, wie Hieron. in Ezech. 36, 16, S. 359 D. in Oseam 2, 10, S. 875 A.

[2] Hieronymus rechnet nicht nach der ptolemäischen Artabe, die $4^1/_2$ römische Modii beträgt, sondern nach der, wenn man will, römischen; ob er diese Erläuterung aus eigener Kenntniss giebt oder sie in seinen historiae so fand, muss dahin gestellt bleiben.

führen, was zum Vererben da war, noch welcher Art die ἀναγραφαὶ sind, aus denen dies erhellt.

Soll man annehmen, dass diese βασιλικαὶ ἀναγραφαὶ officielle Aufzeichnungen, Actenstücke in dem königlichen Archiv zu Alexandrien waren?[1] dass Appian, der in seiner amtlichen Stellung dort (als ἐπίτροπος, prooem. 15) immerhin Zugang zu den Archiven gehabt haben mag, solche Aufzeichnungen benutzte und correct wiedergab? Amtliche Verzeichnisse konnten weder so durchgehend runde Zahlen geben, noch für jedes der 38 Jahre des zweiten Ptolemaios mit so stereotypen Ziffern der Schiffe, Truppen, Elephanten, Streitwagen u. s. w. richtig sein wollen. Auch Diodor bezieht sich, nicht bloss für die aegyptische Vorzeit, mehrfach auf ἀναγραφαὶ, so I 31, wenn er anführt, dass Aegypten in der Pharaonenzeit mehr als 18000 Städte und Dörfer gehabt habe ὡς ἐν ταῖς ἀναγραφαῖς ὁρᾶν ἐστὶ κατακεχωρισμένον, oder I 46: οἱ κατ' Αἴγυπτον ἱερεῖς ἐκ τῶν ἀναγραφῶν ἱστοροῦσι; auch für seine eigene Zeit beruft er sich auf solche Zeugnisse, so XVII 52, ἔφασαν οἱ τὰς ἀναγραφὰς ἔχοντες τῶν κατοικούντων εἶναι τοὺς ἐν αὐτῇ (Alexandrien) διατρίβοντας ἐλευθέρους πλείους τῶν τριάκοντα μυριάδων, ἐκ δὲ τῶν προσόδων τῶν κατ' Αἴγυπτον λαμβάνειν τὸν βασιλέα πλείω τῶν ἑξακισχιλίων ταλάντων.

Wenn Hieronymus sagt: historiae narrant, und dann fast dieselben Dinge und Zahlen in derselben Reihenfolge wie Appian anführt, und wenn er die Jahreseinnahme von 14800 Talenten und $1^1/_2$ Millionen Artaben Getreide giebt, die Appian nicht hat, so war seine Quelle nicht Appian; wohl aber hatten die historiae, auf die Hieronymus sich beruft, aus denselben ἀναγραφαῖς geschöpft wie Appian oder der Autor, den er benutzt hat. Wir haben in Appian und Hieronymus nicht zwei Zeugen für dieselbe Sache, sondern nur verschiedene Ableitungen aus derselben Quelle.

Es ist vielleicht beachtenswerth, dass beide 2000 Wagen, Kriegswagen, wie sie Appian nennt, anführen. So wenig in dem Verzeichniss des ptolemäischen Heeres, das 217 bei Raphia gegen Antiochus III. kämpfte, wie in dem syrischen Heere, erwähnt Polybius (V 65) der Kriegswagen; auch in dem glänzenden Festzuge, den Kallixenos beschreibt (Athen. V S. 203) und in dem auch 57000 Mann Fussvolk, 23000 Reiter und Kriegsmaterialien in Menge aufgeführt werden, kommen keine ἅρματα ἐς μάχας vor, wie denn solche in dem makedonischen Militärsystem seit Alexander und bis zu Antiochus' III. Schlacht bei Magnesia keine Stelle hatten, während die altägyptischen ἀναγραφαὶ, auf die sich Diodor (I 45 und 54) beruft, die 20000 Streitwagen des Busiris, die 24000 des Sesostris sachgemäss anführen.

---

[1] Lumbroso S. 181 glaubt, dass diese ἀναγραφαὶ die Journale des königlichen Cabinets seien: tout ce qui s'y disait et faisait fut écrit jour par jour u. s. w.

Von grösserem Gewicht dürfte ein anderes Bedenken sein. Wir haben von den Schiffen des zweiten Ptolemaios noch eine andere Angabe, die in besonderem Maasse glaubwürdig erscheint. Der Sprecher bei Athen. V S. 203 entnimmt sie sichtlich dem Werke des Rhodiers Kallixenos, aus dem er unmittelbar vorher mehrere grössere Stücke mittheilt. Er sagt: dieser König, der vor vielen durch Reichthum hervorragte und allen an Kriegsrüstungen voraus zu sein den Ehrgeiz hatte, übertraf auch alle an Menge seiner Schiffe[1]; seine grössten Schiffe waren 2 von dreissig Ruderreihen, 1 von zwanzig, 4 von dreizehn, 2 von zwölf, 14 von elf, 30 von neun, 37 von sieben, 5 von sechs, 15 von fünf Ruderreihen; dann doppelt so viele, also 224, von Tetreren bis zu Halbdecktrieren hinab; die Zahl der nach den Inseln und den andern ptolemäischen Städten und nach Libyen detachirten Schiffe war mehr als 4000.« Controliren können wir diesen Katalog des Kallixenos nicht; aber dass er so spezielle Zahlen, gewiss die für einen bestimmten Zeitpunkt in des zweiten Ptolemaios Regierung, giebt, scheint ihm den Vorzug vor der Nachricht von 1500 Kriegsschiffen zu geben, die aus den *ἀναγραφαῖς* auf Appian und Hieronymus gekommen ist.

Von welcher Art diese *ἀναγραφαὶ* gewesen sein mögen, — ob Aufzeichnungen nach einer Weihinschrift oder einem priesterlichen Decret zum Gedächtniss des zweiten Ptolemaios, ob Zusammenstellungen statistischer Art, wie sie sich im Publicum verbreitet oder in beliebten Fremdenführern für Alexandrien zu finden sein mochten, oder was sonst — die beiden aus ihnen abgeleiteten Verzeichnisse, die wir noch haben, stehen in dem Punkt, in welchem sie am weitesten von einander abweichen, vielleicht doch einander näher, als es auf den ersten Blick scheint.

So gewiss die 14800 Talente des Hieronymus und die 74 Myriaden Talente des Appian runde Zahlen sind, so seltsam müsste der Zufall gespielt haben, wenn es ein Zufall sein sollte, dass Appian's Gesammtsumme genau das Fünfzigfache der Jahreseinnahme bei Hieronymus beträgt.

Freilich Ptolemaios II. hat nur 38 Jahre regiert; aber der von Appian gebrauchte Ausdruck *προαγαγὼν* scheint anzudeuten, dass er oder der Autor, den er benutzte, nicht bloss diese 38 Jahre in Rechnung ziehen wollte; denn zum »Weiterführen« gehört etwas, das weitergeführt werden kann, — in diesem Fall das von Ptolemaios I.

[1] Athen. V S. 203: *πολλῶν δ' ὁ Φιλαδελφος βασιλέων πλούτῳ διέφερε καὶ περὶ πάντα ἐσπουδάκει τα κατασκευάσματα φιλοτίμως, ὥστε καὶ πλοίων πλήθει πάντας ὑπερέβαλε.* Dem entsprechend Theokrit XVII 95: *ὄλβῳ μὲν παντας κε καταβρίθει βασιλῆας, Τοσσον ἐπ' ἆμαρ ἕκαστον ἐς ἄφνεον ἔρχεται οικον.*

an Mitteln und Schätzen dem Sohn Vererbte. Appian oder der Autor, dem er folgte, konnte auf die Zahl 50 auf mancherlei Weise kommen, z. B. wenn er von der Schlacht von Ipsos an rechnete, mit der die zuletzt noch von dem alten Antigonos vertretene Einheit des Alexanderreiches für immer abgethan und damit die Selbstständigkeit des ptolemäischen Königthums wie der anderen Theilfürsten endlich als Ergebniss der Diadochenkämpfe gesichert war. Es sind von da bis zum Tode des zweiten Ptolemaios (301—247) nicht genau 50 Jahre; aber zu den anderen runden Zahlen liess sich füglich auch die der Jahre abrunden, deren je 14800 Talente man summirte.

Wie auch diese 50 zu erklären sein mag, man wird nicht umhin können, in den 74 Myriaden eine gemachte Zahl, nicht eine authentische Ueberlieferung zu erkennen. Aber dass Appian diese Zahl giebt, berechtigt uns zu einer weiteren Erwägung.

Mag Appian sich jene 74 Myriaden selbst ausgerechnet oder die Ziffer in dem Autor, dem er hier folgt, schon so gefunden haben, — in der Planmässigkeit seiner 24 Bücher römischer Geschichte und in der Darstellungsart der uns davon erhaltenen zeigt er sich keineswegs als ein Literat nach der Mode, der Geschichte schreibt, um seine Rhetorik oder seine Stimmungen und Missstimmungen an den Mann zu bringen. Er ist lange Jahre erst in Rom, dann in Alexandrien Beamteter gewesen; er hat etwas in seiner Art, das an seinen älteren Zeitgenossen Arrian, den gewiegten Soldaten, erinnert; er ist ein nicht sehr kritischer, aber verständiger und auf die Sache gewandter Schriftsteller, dem es darum zu thun ist, die grosse geschichtliche Thatsache der römischen Weltherrschaft sich klar zu machen und sie in ihrem Werden und Wachsen seinen Lesern darzulegen; er sagt prooem. 15: »am Schluss seines Werkes«, das in der Reihenfolge der äusseren und inneren Kämpfe Roms bis zur Feststellung der Monarchie eben diesen Gedanken durchführt, »werde er die Stärke des Heeres der Römer, die Einkünfte, die sie aus jeder ihrer Provinzen ziehen, ihre Ausgaben zur Ueberwachung und Sicherung der Meere und zu anderen derartigen Zwecken darlegen«. Wenn ein solcher Schriftsteller, in solchem Zusammenhang und im Hinblick auf solchen Schluss seines Werkes die frühere Macht und Opulenz Aegyptens mit jenen 74 Myriaden hat bezeichnen wollen, so muss er der Meinung gewesen sein, dass eine solche Summe weder das Maass des Möglichen überschreite, noch ihn in den Augen seiner Zeitgenossen als Ignoranten oder Schwindler erscheinen lassen müsse.

Aber vielleicht nahm er, der Jahre lang in amtlicher Stellung in Rom gelebt hatte, in dem Rom des Marc Aurel und Verus (συνηγορεύσας ἐπὶ τῶν Βασιλέων aus den Anschauungen opulentester Macht und un-

ermesslichen Reichthums, wie er sie dort empfangen, den Maassstab für Zeiten, die dreihundert Jahre rückwärts lagen.

Es ist oben des Rhodiers Kallixenos erwähnt worden, der vielleicht ein Zeitgenosse des vierten Ptolemaios, in zwei Beschreibungen, die uns aus dem ersten und vierten Buche seines Werkes über Alexandrien erhalten sind, erkennen lässt, was Aegypten in dem ersten Jahrhundert der Ptolemäer an Pracht, Geschmack und Technik zu leisten, an Reichthümern zur Schau zu stellen vermochte.

Es ist einmal die Beschreibung zweier colossaler Schiffe, die Ptolemaios IV. Philopator hat bauen lassen (Athen. V. S. 203 ff.), eines Seeschiffes von vierzig Ruderreihen, für mehr als 4000 Ruderer, 400 Matrosen, 2850 Seesoldaten u. s. w., — und einer Nilbarke von $^1/_2$ Stadion Länge, wie ein Königspallast eingerichtet und ausgestattet, von unbeschreiblicher Pracht und Kunst.

Sodann die Beschreibung des von Ptolemaios II. gefeierten dionysischen Festes, erst des zeltartigen Prachtbaues, der für dasselbe errichtet worden, dann des Festzugs, der sich zu demselben hin und an ihm vorüber bewegte. Es würde der eingehenden technologischen Interpretation eines in allen Zweigen der Gold- und Silberarbeit, so wie in der statischen Berechnung der Metallverwendung Sachkundigen bedürfen, um eine wenigstens annähernde Schätzung des Werthes der da angeführten, zum Theil collossalen Gefässe und Geräthschaften von Gold und Silber zu gewinnen. Unter den goldenen Dreifüssen, die erwähnt werden, sind neun von 4, acht von 6, einer von 30 Ellen (13.87 Meter) Höhe, vier goldene Candelaber von 10 Ellen Höhe, goldene Mischkrüge und Kühlfässer zu 15, zu 30 Metreten (541 und 1182 Liter), ein silberner Mischkrug zu 600 Metreten (23634 Liter, also ein Kubus auf 2.87 Meter). Ferner auf einem Wagen ein goldener Thyrsos von 90 Ellen Länge (41.62 Meter), auf einem anderen Wagen ein goldener Phallos von 120 Ellen Höhe (55.49 Meter) mit einem goldenen Stern von 6 Ellen Umfang an seiner Spitze[1]). Die goldenen

[1] Καὶ ἐν ἄλλῃ (τετρακύκλῳ) φαλλος χρυσοῦς πηχῶν ἕκατον εἴκοσι, διαγεγραμμένος καὶ διαδεδεμένος στέμμασι διαχρύσοις u. s. w. Die Techniker mögen erklären, was διαγεγραμμένος bedeutet, ob eine Art Niello oder Bemalung oder was sonst. Das Gold des Phallos war wohl die Umkleidung eines hölzernen Gerüstes. Das Gewand der chryselephantinen Pallas Athene in Athen (fast 10 Meter hoch), das 44 Goldtalente wog (2305 Zollpfund Gold), hat man auf »wenig über eine Linie Dicke« (1 Linie = $2^1/_6$ Millimeter) aus dem Gewicht berechnet. Nach einem ungefähren Ueberschlag, das Gold des Phallos als Mantel eines Cylindes von 56 Meter Höhe und 8 Meter Durchmesser gerechnet, fordert dessen Goldumkleidung, wenn man dies Gold in der Dicke unserer Doppelkronen ($1^1/_3$ Millimeter) rechnet, 3702500 Zwanzigmarkstücke, wenn in der um $^1/_3$ geringeren der einfachen Kronen, 4964000 Zehnmarkstücke. Da 3855 Mark auf ein ägyptisches Talent Silber gehen, so hat im ersten Fall der Mantel den Werth von 19208, im zweiten den von 12876 Talenten gehabt. Leider ist bei dem Wagen für den Phallos

Kränze, Krüge, Trinkschaalen, Kannen, Becken, Schüsseln u. s. w. mit denen Knaben, Mädchen, Satyrn, Nymphen u. s. w. in dem Festzuge erscheinen, zählen nach Tausenden. Einen eigenen Theil des Zuges bildet bloss goldenes Geräth, das vorübergeführt wird, einen andern nur silbernes, dann noch einmal ein Paar Hundert goldene Geräthschaften, darunter ein goldener Panzer 12 Ellen hoch, 64 goldene Panoplien, 20 goldene Schilde, ein goldenes Horn 30 Ellen lang und dann zum Schluss dieses Theils der Pompe noch 20 Wagen mit Goldgefässen, 400 mit silbernen, 800 Wagen mit Weihrauch und Spezereien.

Für unseren Zweck von Interesse sind die drei Werthsummen, die Kallixenos angiebt. Einmal in dem letzten Theil des Zuges in der Reihe der gold-elfenbeinernen Throne mit Diademen, Krügen, Füllhörnern ist der Thron des Ptolemaios I. mit einem Kranz *ἐκ μυρίων κατεσκευασμένον χρυσῶν*, also von 10000 Octodrachmen Gold, 1 derselben gleich 1 Mine Silber, also $166^2/_3$ ägyptische Silbertalente. Sodann am Schluss: »goldene Ehrenpreise wurden 20 vertheilt; Ptolemaios I. und seine Gemahlin Berenike wurden geehrt mit drei Statuen auf goldenen Wagen und heiligen Hainen in Dodona; der Aufwand dafür war 2239 Tal. 50 Minen; und diess alles wurde von den Verwaltern (*οἰκονόμοις*) Dank dem Eifer der Ehrenden (*τῶν στεφανούντων*) gezahlt, ehe der Zug begann; ihr Sohn Ptolemaios (wurde geehrt) mit goldenen Bildern, zweien auf goldenen Wagen und einem von 6 Ellen, fünfen von 5 Ellen, sechsen von 4 Ellen Höhe auf Säulen«[1]). Die dritte Angabe endlich ist aus der Beschreibung des Festzeltes; da ist dem Symposion gegenüber — 100 »goldene« Divans, neben jedem zwei goldene Tripoden auf silbernen Untersätzen, hinter jedem je ein silbernes und ein vergoldetes Becken — ein Schenktisch, wenn man so sagen darf, mit Goldgeräthen aufgestelt, die im Einzelnen (*τὴν κατὰ μέρος κατασκευὴν*) aufzuzählen, sagt Kallixenos, zu weitläufig wäre, aber der Werth derselben sei an 10000 Talente Silber gewesen[2]).

nicht bemerkt, wie viel Männer ihn zogen, ob 50, 180, 300, 600, denn das sind die Zahlen, die da bei anderen Wagen vorkommen; man entbehrt so eines Anhaltes, um das Gewicht des Phallos annähernd zu bestimmen.

[1] Auch nach Cobets Emendationen (or. de art. interp. S. 62) bleibt in dieser Stelle viel Unklares. Athenaios giebt dies Fragment so abgerissen, dass man nicht sieht, von wem die Ehrenpreise kommen. Darf man auch annehmen, dass die 20, sowie die für Ptolemaios I. und Berenike von dem Festgeber Ptolemaios II. sind, so müssen die ihm gewidmeten doch nothwendig von Anderen gestiftet sein. Dass die an dieser Stelle angeführten $2239^5/_6$ Talente »nicht Silbertalente sein können, sondern Kupfertalente sein müssen«, nach Letronne's Ansatz $37^1/_3$, nach dem oben aus dem Papyrus gefundenen Werthverhältniss $18^2/_3$ Silbertalente (nicht ganz 23000 Thaler), wird man nach der Schilderung des Kallixenos schwerlich gerechtfertigt finden.

[2] Τὸ δὲ τοῦ σταθμοῦ πλῆθος εἰς μύρια ταλαντα ἀργυρίου τὴν σύμπασαν εἶχε κατασκευην, ...

Athenaios hat nur Fragmente aus Kallixenos' Beschreibung gegeben, der seinerseits, wie er selbst angiebt, nicht Alles aufgezählt hat, sondern hauptsächlich nur das, »wobei Gold und Silber war«. Und indem er ausser in der angeführten Stelle vom Schenktisch noch in einer zweiten bemerkt, dass er nicht τὰ κατὰ μέρος herzählen wolle, erfahren wir, aus welcher Quelle er seine Darstellung geschöpft hat; wer das Einzelne wissen wolle, sagt er, der möge τὰς τῶν πεντετηρίδων γραφὰς in die Hand nehmen und nachsehen.[1]

Wenn allein auf dem Schenktisch Goldgefässe, die 10000 Silbertalente werth, aufgestellt waren, so wird wohl, was bei diesem Fest überhaupt an Gold, Silber, Edelsteinen, Purpur, Specereien u. s. w. zur Schau gestellt wurde, nach Myriaden von Silbertalenten zu schätzen sein; ob auf 10, 20 oder wie viele sonst, entzieht sich der Berechnung.

Wenn Schlosser und nach ihm Andere Gewicht darauf gelegt haben, dass die zur Schau gestellten Schätze keinesweges dem Könige allein gehört haben werden, dass unzweifelhaft von den Tempeln, den Grossen des Hofes, Privatleuten, was sie an Kostbarkeiten hatten mit hergeliehen sei, so ist das immerhin möglich, aber in den Worten des Kallixenos oder Athenaios steht nichts davon. Und wenn Kallixenos in der Regel angiebt, was διάχρυσον, ἐπίχρυσον, χρυσοῦν sei, so hat man kein Recht, nach Belieben diese oder jene der aufgeführten Stücke, namentlich die Goldstatuen für κατάχρυσοι zu erklären.

Es muss uns genügen, aus der Schilderung des Kallixenos eine summarische Vorstellung von dem Reichthum des Ptolemaios II. zu gewinnen, wenn dieselbe uns auch keinen Ersatz bietet für die ausdrückliche Zahl der 74 Myriaden Talente Appians, die sich uns als eine gemachte erwies.

Die colossalen Massen edlen Metalles, welche die ägyptischen Könige besassen, zeigt, wie unverhältnissmässig viel sie dem Verkehr, richtiger der erwerbenden Thätigkeit entzogen und bis auf Weiteres todt legten. Dass in den anderen hellenistischen Reichen in analoger Weise verfahren wurde, und dass dann die Römer, diese Reiche eins nach dem andern bewältigend, deren Schätze an sich brachten und sie

---

[1] Athen. V 197 d. τα δὲ κατὰ μέρος αὐτῶν εἴ τις εἰδέναι βούλεται τὰς τῶν πεντετηρίδων γραφας λαμβανων ἐπισκοπείτω. Man wird Bedenken tragen ἀναγραφὰς zu schreiben, aber eben so zweifeln dürfen, ob γραφαὶ in dem ungefähr entsprechenden Sinn gebraucht werden kann. An Gemälde zu denken, Gemälde der Art, wie sie jüngst in der Farnesina in Rom gefunden worden sind oder wie sie in Insc. Neap. 1439 erwähnt werden (idem basilicam, in qua tabul. muneris ab eo editi posit. sunt consummavit), scheint mit dem λαμβάνων nicht vereinbar; man müsste denn annehmen, dass von solchen Bildern skizzenhafte Copien auf Papyros mit Beischriften von Namen, Zahlen, Erklärungen, wie altägyptische Monumente deren so viele haben, gemacht worden seien; nur dass dafür bisher keine Spur sonst gefunden ist.

als Provinzen nur noch habgieriger verwalteten und aussogen, giebt für die wirthschaftlichen Zustände des ausgehenden Alterthums und zum Theil auch für die moralischen die Erklärung.

Anhang 1.

Arsinoe Philadelphos.

Die Bruchstücke aus Kallixenos Beschreibung von Alexandrien geben keinen sicheren Anhalt für das Jahr der Festfeier, über die er berichtet. Die Vermuthungen, welche die Forscher darüber aufgestellt haben, gehen auf 284 oder 277, indem sie den Anlass zu dem Feste entweder in der Uebertragung des Diadems auf Ptolemaios II. oder in dessen Vermählung mit seiner Schwester Arsinoe zu erkennen glaubten. Ersteres hielt ich (Gesch. des Hell. II². 2. S. 318) für wahrscheinlich, weil in der Beschreibung nicht, wie Berenike an Ptolemaios I. Seite, so an der des Ptolemaios II. Arsinoe genannt wird. Weitere Erwägungen haben mich zu einem andern Ergebniss geführt.

Es wird an einer Stelle der Beschreibung ein Berenikeion erwähnt, für dessen θύρωμα eine goldene Aigis und ein goldener Kranz von 80 Ellen in der Länge mit aufgeführt wird. Man darf zweifeln, ob der noch Lebenden ein solches Heiligthum unter ihrem eigenen Namen, nicht unter dem einer Gottheit, errichtet werden mochte. Wenn ein Theil des Festzuges bezeichnet wird als ἡ τοῖς τῶν βασιλέων γονεῦσι κατωνομασμένη, so sind damit unzweifelhaft Ptolemaios I. und Berenike, die Eltern von Ptolemaios II. und Arsinoe, bezeichnet, und dass diese als »Könige« bezeichnet worden, zeigt, dass das Fest gefeiert worden ist, nachdem sich Ptolemaios II. mit seiner Schwester vermählt hatte.

Diese Arsinoe ist erst nach 279 nach Aegypten zurückgekehrt und wie ich (Hell. III² I. 266) wahrscheinlich zu machen versucht habe, nicht lange vor 266 ihres Bruders Gemahlin geworden. Sie war es bereits in der Zeit des chremonideischen Krieges, wie die Inschrift aus dem Jahre des Peithidemos zeigt, C. J. A. I. 332 (Hell. III² 1 S. 233) einem Gemeinjahr, also nach der von Usener begründeten kalendarischen Kritik einem der Jahre 267/6, 266/5, 264/3, 263/2.

Vielleicht lässt sich die Zeit der Vermählung auf Grund der Mendesstele, die Brugsch (Zeitsch. für Aegypt. Sprache 1875 S. 331) beschrieben und übersetzt hat, noch enger umgrenzen. Das Bildwerk dieser Stele zeigt am Schluss der Figurenreihe auf der linken Seite die Gestalt der Königin Arsinoe mit der Beischrift: »die Tochter,

Schwester und grosse Frau eines Königs, welche ihn liebt, die göttliche Philadelphos Arsinoe«; auf der rechten Seite den König mit dem Kriegshelm u. s. w. In dem Text der Inschrift sind besonders Z. 11 und 12 für unsern Zweck wichtig; sie lauten nach einer nochmaligen Revison von BRUGSCH: »Der König wünschte sich zu vermählen mit der ersten der Jungfrauen [gleichsam] der Gott Tentefānχ (Beiname des Osiris-Mendes) mit der Göttin Ba-āboli und er gab ihr folgende Ehrentitel: die anmuthvolle Fürstin, die holdseligste, die gekrönte . . . . des Königs Schwester und des Königs Frau, welche ihn liebt, die Landesfürstin (?) Arsinoe. Im Jahre 15 im Monat Pachon am Tage . . ward angesetzt die heilige Weihe der Königin und ihre Einführung in den Tempel (der Stadt Mendes)«. Aus Z. 9 ergiebt sich, dass Ptolemaios bei seiner Thronbesteigung, als er gleich darauf Mendes besuchte, den Neubau des Tempels zu beschleunigen befohlen habe, und als er denselben vollendet gesehen »wünschte er sich zu vereinigen« u. s. w. wie oben aus Z. 11 angeführt ist. Also im Jahr 15 Monat Pachon d. i. Frühjahr 270 wurde er der Gemahl seiner bedeutend älteren Schwester Arsinoe.[1]

Er hatte seine frühere Gemahlin Arsinoe, des Lysimachos Tochter, verstossen, nachdem sie ihm drei Kinder, unter ihnen den späteren Ptolemaios III. Euergetes geboren, und sie war ihm nicht früher als 283 vermählt worden. Jene andere Arsinoe war erst des Lysimachos Gemahlin gewesen, dem sie drei Söhne geboren hatte, den ältesten um 298, die beiden andern 296 und 293; dann nach häuslichen Vorgängen, denen der Krieg von 281 und der Sturz des Lysimachos, die Ermordung des alten Seleukos durch Ptolemaios Keraune folgte, wurde sie dieses ihres Halbbruders Gemahlin, der, während ihr ältester Sohn Ptolemaios zu den Dardanern geflüchtet war (Trog. prol. XXIV.), die beiden jüngeren Söhne Lysimachos und Philippos in ihren Armen ermordete (Just. XXIV 3, 6); sie selbst rettete sich zu den Heiligthümern in Samothrake, denen sie und Lysimachos in besseren Tagen mehrfach ihre Munifizenz bewiesen hatten (Inschrift bei CONZE-BENNDORF Samothrake S. 75 ff.). Erst später — nach 280 — kam sie nach Aegypten. Möglich, dass — wie Hell. II[2] 2 S. 268 vermuthet worden ist, — ihr Anrecht auf die Städte, die ihr Lysimachos geschenkt, Ephesos, Herakleia am Pontus, Tios, Kassandeia u. s. w., für Ptolemaios' II. politisches Interesse von grosser Bedeutung war; und in dem syrischen Kriege von 266—263, mehr noch in dem dritten von 258—248, sind von

[1] Z. 6 sagt von Ptolemaios II.: »er war noch nicht geboren, da hatte er bereits Besitz genommen [von der Herrschaft]; am Tage seiner Wahl wurde er König, an der Brust ruhend der holdseligen und liebenswerthen Gebieterin (seiner Mutter)«. Also Berenike lebte 285 noch.

der ägyptischen Seemacht mehrere dieser Städte, so wie andere des einst lysimachischen Reiches, so Samos, Magnesia, Milet, erobert worden.

Bezieht es sich vielleicht darauf, wenn in dem Festzuge ein Wagen mit goldgekränzten Frauen aufgeführt wird, von denen Kallixenos sagt: προσηγορεύοντο δὲ Πόλεις αἵ τ' ἀπ' Ἰωνίας καὶ λοιπαὶ Ἑλληνίδες ὅσαι τὴν Ἀσίαν κατιυκοῦσαι ὑπὸ τοὺς Πέρσας ἐτάχθησαν. Freilich dass hier die Perser genannt werden, liegt etwas weit zurück; aber auch weit zurück führt, dass in dem Festzuge die Statue des Ptolemaios I., den die Stadt Korinth mit einem goldenen Kranze krönt, aufgeführt wird; denn Ptolemaios I. hatte um 308 die Hellenen zur Freiheit aufgerufen und mit seinem Kriegsvolk Korinth in der That befreit.

Es ist nicht mehr ersichtlich, ob damals oder später das κοινὸν der Nesioten, das in Delos seinen Mittelpunkt hatte, entstanden ist. Unter den zahlreichen Inschriften, welche die Beziehungen dieses Bundes zu Aegypten bezeugen (Homolles in dem Bulletin de corresp. Hell. IV 1880 S. 325) lautet eine: οἱ νησιῶται τὸν ναύαρχον Καλλικράτην Βοΐσκου Σάμιον ἀνέθηκαν. Möglicher Weise ist das derselbe Kallikrates, welcher 310 »unter Ptolemaios I. in Kypros gegen Nikokles focht«; oder vielmehr Ptolemaios sandte ihn und den Argeios, beide τῶν φίλων, nach der Insel, den ihm verdächtigen König der Paphier aus dem Wege zu räumen (ἀνελεῖν τὸν Νικοκλέα Diod. XX 21); dort gelandet, liessen sie sich von Menelaos, dem ägyptischen Strategen der Insel, Soldaten geben, umstellten das Haus des Nikokles, forderten ihn auf, sich selbst zu tödten, was er nach einigen Einwendungen that; darauf ermordete seine Wittwe ihre Töchter, beredete die Frauen ihrer Schwäger mit ihr gemeinsam sich zu tödten; des Nikokles Brüder verschlossen die Thüren, zündeten das Schloss an, in den Flammen zu sterben. Man sieht, der Auftrag des Kallikrates und Argeios war nicht sowohl zu fechten, als eine sehr zweideutige polizeiliche Maassregel auszuführen, deren entsetzliche Folgen von Ptolemaios so wenig gewollt waren, dass er den Frauen vielmehr Sicherheit hatte zusagen lassen. Gewisser ist der Nauarch Kallikrates der delischen Inschrift 63 Jahre nach jenem Vorgang in Paphos nachzuweisen; denn ihn nennt als Schmeichler des dritten Ptolemaios (τοῦ τρίτου βασιλεύσαντος) der Olynthier Euphantos bei Athen. VI S. 251 in den »Geschichten seiner Zeit«, von dem man weiss, dass Antigonos (Gonatas) einst sein Schüler gewesen ist und dass er an ihn eine Schrift über das Königthum gerichtet hat (Diog. L. II 110). Dieser Kallikrates ist derselbe, der in Olympia die Statuen des Königs Ptolemaios II. und der Arsinoe geweiht hat (Inschriften aus Olympia Archäol. Zeitung 1878 S. 175 No. 193, Nachtrag 1879 S. 143 u. 211 und 1879 S. 191), — derselbe »Nauarch Kalli-

Schwester und grosse Frau eines Königs, welche ihn liebt, die göttliche Philadelphos Arsinoe«; auf der rechten Seite den König mit dem Kriegshelm u. s. w. In dem Text der Inschrift sind besonders Z. 11 und 12 für unsern Zweck wichtig; sie lauten nach einer nochmaligen Revison von BRUGSCH: »Der König wünschte sich zu vermählen mit der ersten der Jungfrauen [gleichsam] der Gott Tentefānχ (Beiname des Osiris-Mendes) mit der Göttin Ba-àboli und er gab ihr folgende Ehrentitel: die anmuthvolle Fürstin, die holdseligste, die gekrönte . . . . des Königs Schwester und des Königs Frau, welche ihn liebt, die Landesfürstin (?) Arsinoe. Im Jahre 15 im Monat Pachon am Tage . . ward angesetzt die heilige Weihe der Königin und ihre Einführung in den Tempel (der Stadt Mendes)«. Aus Z. 9 ergiebt sich, dass Ptolemaios bei seiner Thronbesteigung, als er gleich darauf Mendes besuchte, den Neubau des Tempels zu beschleunigen befohlen habe, und als er denselben vollendet gesehen »wünschte er sich zu vereinigen« u. s. w. wie oben aus Z. 11 angeführt ist. Also im Jahr 15 Monat Pachon d. i. Frühjahr 270 wurde er der Gemahl seiner bedeutend älteren Schwester Arsinoe.[1]

Er hatte seine frühere Gemahlin Arsinoe, des Lysimachos Tochter, verstossen, nachdem sie ihm drei Kinder, unter ihnen den späteren Ptolemaios III. Euergetes geboren, und sie war ihm nicht früher als 283 vermählt worden. Jene andere Arsinoe war erst des Lysimachos Gemahlin gewesen, dem sie drei Söhne geboren hatte, den ältesten um 298, die beiden andern 296 und 293; dann nach häuslichen Vorgängen, denen der Krieg von 281 und der Sturz des Lysimachos, die Ermordung des alten Seleukos durch Ptolemaios Keraune folgte, wurde sie dieses ihres Halbbruders Gemahlin, der, während ihr ältester Sohn Ptolemaios zu den Dardanern geflüchtet war (Trog. prol. XXIV.), die beiden jüngeren Söhne Lysimachos und Philippos in ihren Armen ermordete (Just. XXIV 3, 6); sie selbst rettete sich zu den Heiligthümern in Samothrake, denen sie und Lysimachos in besseren Tagen mehrfach ihre Munifizenz bewiesen hatten (Inschrift bei CONZE-BENNDORF Samothrake S. 75 ff.). Erst später — nach 280 — kam sie nach Aegypten. Möglich, dass — wie Hell. II² 2 S. 268 vermuthet worden ist, — ihr Anrecht auf die Städte, die ihr Lysimachos geschenkt, Ephesos, Herakleia am Pontus, Tios, Kassandeia u. s. w., für Ptolemaios' II. politisches Interesse von grosser Bedeutung war; und in dem syrischen Kriege von 266—263, mehr noch in dem dritten von 258—248, sind von

[1] Z. 6 sagt von Ptolemaios II.: »er war noch nicht geboren, da hatte er bereits Besitz genommen [von der Herrschaft]; am Tage seiner Wahl wurde er König, an der Brust ruhend der holdseligen und liebenswerthen Gebieterin (seiner Mutter)«. Also Berenike lebte 285 noch.

Anhang 2.

Die Kupferwährung.

Ptolemäisches Kupfergeld findet sich in Stücken von 0.96 bis 72.40 Gramm ausgeprägt. Natürlich ist in den grossen Stücken das Gewicht verhältnissmässig correcter als in den kleinen und kleinsten. Das Grossstück von 70—72 Gramm weisst auf ein System, das aus dem Gewicht der Drachme von 3.57 ebenso wie die ptolemäische Gold- und Silbermünze entwickelt ist.

Das Kupfertalent, Kerker, wie man es zum Unterschied von dem Silbertalent mit den demotischen Papyren zu nennen sich erlauben darf, theilt sich dekadisch in Ten, Ket, Sekel, Drachme in folgender Weise:

1 Kerker	=	60 Ten	=	600 Ket	=	1500 Sekel	=	6000 Drachmen,
		1 »	=	10 »	=	25 »	=	100 »
				1 »	=	$2\frac{1}{2}$ »	=	10 »
						1 »	=	4 »

Wie Kupfer gegen Silber im Preise wechseln mochte, das System der Kupfermünzen in sich blieb unverändert; und da alle Nominale unter einer Drachme Silber nur in Kupfer dargestellt waren, so gab die steigende Ziffer der für eine Silberdrachme äquivalenten Summe in Kupfergeld die Scala des sinkenden Kupferwerthes.

Wie diese beiden Währungen mit einander in Beziehung gesetzt waren und in welcher praktischen Form das System des Kupfergeldes mit dem wechselnden Preise für Kupfer sich dem System des Silbergeldes anschloss, ist in hohem Maasse dunkel; und die Gleichungen zwischen beiden Geldarten, die in den Urkunden vorkommen, gehen in so wunderlicher Weise auseinander, dass ein sicheres Resultat zu gewinnen unmöglich scheint. Es bleibt nichts übrig, als durch eine hypothetische Linie diese Punkte zu verbinden; mehr als eine Hypothese soll der folgende Versuch nicht sein.

Wog 1	Kupferdrachme	3.57	Gramm,	so waren		
4	»	14.28	»	= 1 Sekel,		
10	»	35.7	»	= 2.5 »	=	1 Ket,
20	»	70.14	»	= 5 »	=	2 »

In dem Wiener Papyrus vom Jahre 121 a. Chr. bei Révillout Nouv. Christ. dém. S. 100 heisst es nach der Uebersetzung, die mir Hr. Brugsch mitgetheilt hat: »Wer von uns diesen Contract nicht einhält, der zahle das currente« (áuf-kot, currens, circumiens und conversus) »ten von 5 Silberlingen mit 25 Sekel, welche dem currenten ten, oberwähnten 5 Silberlingen entsprechen, für die Brandopfer

des Königs[1], er soll leisten andere 1500 Silberlinge mit 5 Kerker, welche den 1500 Silberlingen oberwähnten entsprechen, das ♃ 24 zu $^2/_{10}$, an einen jeden von uns.« Und ähnlich in dem Papyrus p. 119 vom Jahre 149. »3000 Silberlinge, in Sekel 15000, welche den oberwähnten 3000 Silberlingen entsprechen, das ♃ 24 zu $^2/_{10}$«, ähnlich in dem Papyrus S. 153 vom Jahre 119. »300 Silberlinge, 1 Kerker, welcher den 300 Silberlingen entspricht, das ♃ 24 zu $^2/_{10}$.« Das Zeichen ♃ ist von RÉVILLOUT früher mit mélange (d'alliage) übersetzt worden; jetzt wird es von ihm (Aegypt. Zeitsch. 1879 S. 129) und von BRUGSCH unbedenklich für Kupfer genommen, obschon »in vollständig demotischen Texten«, wie mir BRUGSCH mittheilt, »das Zeichen ♃ durch das wohlbekannte Zeichen für Kupfer ⫫ (χmt) ersetzt wird.«

Die Formel »Kupfer 24 : $^2/_{10}$« wird man nicht so verstehen wollen, dass die vorausgehenden Gleichungen »5 Silberdrachmen = 25 Sekel«, »1500 Silberdrachmen = 5 Kerker«, »300 Silberdrachmen = 1 Kerker«, »3000 Silberlinge = 15000 Sekel« nach dieser Formel berechnet sind, denn dann war es überflüssig, sie hinzuzufügen; sie bezeichnet vielmehr, wie man diese Gleichungen berechnen, wie dem in der Formel ausgedrückten Cours gemäss den derzeitigen Werth der Gleichung finden soll.[2]

Die Formel selbst zeigt, dass der Ausgangspunkt des Systems ist: $^1/_{20}$ Silberdrachme = 1 Kupferdrachme, wobei es unwesentlich ist, ob etwa zur Zeit der Gründung dieser Doppelwährung (um 300 vor Chr.) thatsächlich der Werth des Kupfers gegen Silber 20 : 1 war. Das folgende Schema giebt die Uebersicht der Werthung beider Metalle auf dieser Grundlage:

---

[1] Diesem Ausdruck »Silberlinge für die Brandopfer des Königs« wird es entsprechen, wenn es im Griechischen heisst, Pap. Tur. VIII 35: καὶ ἱερας τοῖς βασιλεῦσιν αργυρίου ἐπισήμου ⊢ τ' und Taur. IV 24 dieselbe Formel, etwas kürzer Pap. Leyd. C. 14: καὶ ἱερὰς τῷ βασιλεῖ καὶ βασιλείσης (sic) ἀργυρίου δραχμας εἴκοσι.

[2] Von Interesse für diese Frage ist eine boiotische Inschrift im Museum zu Theben (Hermes VIII S. 432 ff.), die Abrechnung (ἀνταπολογία) eines Hipparchen über das Geld, das er zu einer Expedition erhalten und in derselben verausgabt hat. Sie ist wohl aus den letzten Zeiten des boiotischen Bundes, also aus denen des Ptolemaios VI. oder VII. Der Hipparch hat 2100 Silberdrachmen erhalten; er führt 7 Abtheilungen Reiter von verschiedener Stärke ins Feld, deren Führer (wohl Ilarchen, wie der von dem Contingent von Orchomenos in Alexanders Zug nach Asien sich nennt, Inschrift im Bull. de corr. hell. III. S. 454) namentlich und mit den an jeden gezahlten Summen angeführt werden. Zwei von diesen Führern verkaufen jeder ein Pferd, zusammen für 171 Drachmen Kupfer (χαλκοῦ δραχμῶν), um noch 110 Silberdrachmen (συμμαχικοῦ ἀργυρίου) in die Kasse zu bringen, da, wie es scheint, der Sold in Silber, wohl 1 Drachme für den Tag, zu zahlen war. Für diese 110 Silberdrachm wurden 137 Drachmen 3 Obolen Kupfer gezahlt, χαλκοῦ δραχμῶν ΗΔΔΔΓ⊢⊢III.. Kaufpreis müsste ungleich höher gewesen sein, wenn entweder in Boiotien Ku

Kupfer						Silber	
Drachme	Gewicht	Sekel	Het	Ten	Kerker	Drachme	Gramm
1	3.57	—	—	—	—	$^1/_{20}$	0.17
2	7.14	—	—	—	—	$^1/_{10}$	0.35
4	14.20	1	—	—	—	$^1/_5$	0.71
10	35.70	$2^1/_2$	1	—	—	$^1/_2$	1.78
20	71.40	5	2	—	—	1	3.57
100	357.0	25	10	1	—	5	17.85
1000	3570	250	100	10	—	50	178.50
6000	21420	1500	600	60	1	300	1071

In den Zeiten, aus denen uns Angaben über den Werth des Kupfers gegen Silber in ägyptischen Papyren vorliegen, ist derselbe bereits tief gesunken, und die Formel giebt an, wie viel mal 20 Kupferdrachmen für eine Silberdrachme zu zahlen sind; also wenn es heisst: »Kupfer 24 : $^2/_{10}$«, so ist $^1/_{10}$ Silberdrachme = 12 Kupferdrachmen, also das Werthverhältniss 120 : 1. Man wird $^2/_{10}$ Silberdrachme als Maass genommen haben, um das grösste Kupferstück, das zu 71.40 Gramm, mit dem kleinsten Silberstück zu 3.57 in Gleichung zu stellen.

Man mag annehmen, dass an der königlichen Trapeza der jedesmalige Cours des χαλκοῦ οὗ ἀλλαγή angeschrieben war. Wenn da stand: 16 : $^2/_{10}$, so war das Werthverhältniss 80 : 1 und es wurden 4 × 20 Kerker für 1 Talent Silber gezahlt. Das Vielfache von 20 giebt die Stufen dieser Scala für 1 Talent Silber:

Die Formel für	ist	bedeutet: 1 Talent Silber = Kerker		Sekel		Drachmen
3 × 20	12 : $^2/_{10}$	60	=	90000	=	360000
4 × 20	16 : $^2/_{10}$	80	=	120000	=	480000
5 × 20	20 : $^2/_{10}$	100	=	150000	=	600000

---

währung neben der Silberwährung gegolten hätte, oder wenn das Kupfergeld nur als Metall behandelt worden wäre. Indem man, mit nur 1½ Obolen Aufgeld auf die Drachme, Silber für Kupfer haben konnte, musste das Kupfer als Kleingeld, richtiger als Scheidemünze im Verkehr sein. Es gab nicht Kupferdrachmen neben Silberdrachmen, sondern so und soviel Stücke Kupfergeld, je nach ihrer Grösse, waren 1 Drachme und galten im Kleinverkehr demgemäss, wie sich auch der Wechsler bei einer bedeutenden Zahl Silberdrachmen ein Aufgeld zahlen liess. Nach der von Foucart im Bull. de corr. hell. IV 1880 S. 90 edirten orchomenischen Inschrift hatte auch die boiotische Drachme 6 Obolen, aber der Obol sehr wahrscheinlich 12 χαλκοῦς; und unter den von Head publicirten Kupfermünzen dieser Zeit (coins of Boiotia 1881 S. 89 ff.) befinden sich Stücke von 8 bis 1.75 Gramm; ob auch in dieser Zeit noch 4-, 2-, 1 Obolenstücke in Silber geprägt wurden, ist nicht zu ersehen. Zahlte man für jene 110 Silberdrachmen kupferne Halbobolen (6 χαλκοῦς), so gab man 12 Stück und 3 Aufgeld für die Drachme, man zahlte mit dem Aufgeld 9900 χαλκοί für die 110 Silberdrachmen. In den von der Inschrift gegebenen Ansätzen liegen die Elemente, die Stärke der sieben Contingente und die Dauer des Zuges wenigstens bis zu einer Alternative festzustellen, worauf hier einzugehen nicht der Ort ist. Ebenso begnüge ich mich, an das Decret zu Ehren des Protogenes (C. I. 9 u. 2058), der sich Vorschüsse in Goldstücken in Kupfer zurückzahlen lässt, nur zu erinnern.

für	ist	Kerker	Sekel	Drachmen
$5^1/_4 \times 20$	$21 : ^2/_{10}$	105 =	157500 =	630000
$5^1/_2 \times 20$	$22 : ^2/_{10}$	110 =	165000 =	660000
$5^3/_4 \times 20$	$23 : ^2/_{10}$	115 =	172500 =	690000
6×20	$24 : ^2/_{10}$	120 =	180000 =	720000
$6^1/_4 \times 20$	$25 : ^2/_{10}$	125 =	187500 =	750000

u. s. w.

In dem oben angeführten Beispiel aus dem Jahre 121 v. Chr. sollen von dem, der dem Contract nicht nachkommt, jedem der sechs anderen Mitcontrahenten gezahlt werden

»1500 Silberdrachmen mit 5 Kerker zu $24 : ^2/_{10}$«.

Das will nicht sagen, dass 1500 Silberdrachmen = 5 × 6000 Kupferdrachmen sind, so dass das Werthverhältniss beider Metalle 1500 : 30000, also 1 : 20 sein würde, sondern 1500 Silberdrachmen gelten nach dem Cours $24 : ^2/_{10}$ das 6 × 20fache von 1500, also 180000 Kupferdrachmen, so dass das Werthverhältniss von Silber gegen Kupfer zur Zeit 1 : 120 ist. Und wenn in demselben Papyrus der, welcher den Contract bricht, »für die Brandopfer des Königs« 5 Silberdrachmen mit 25 Sekel zahlen soll, so hat er nach dem angegebenen Cours 6 × 150 Sekel oder 600 Kupferdrachmen zu zahlen. Wenn in dem oben (S. 214) angeführten Papyrus des Louvre No. 59, in der Zusammenzählung von Kupfer- und Silbergeld 40 Silberdrachmen = 4260 Kupferdrachmen in Ansatz gebracht sind, so ergiebt sich das Werthverhältniss $106^1/_2 : 2$, es würde in der Formel für den Cours ausgedrückt sein: $21^7/_{40} : ^2/_{10}$.

Es ist hier die Stelle, auf das oben (S. 215) erwähnte isonome Kupfergeld zurückzukommen. Wie man auch diese Bezeichnung nach ihrer Wortbedeutung zu fassen hat, gewiss wird man nicht an die seit Hadrian vorkommenden Kupfermünzen der ägyptischen Nomen, noch an den *νόμος* in Tarent und Sicilien dabei denken dürfen. Das Wort kommt in den bisher bekannten Papyren nicht eben häufig vor. Zwei noch unedirte Holztäfelchen, No. 8131 des Berliner Museums und das von LUMBROSO S. 73 angeführte im Louvre, geben nur das Wort *ἰσόνομος* deutlich, der Zuhammenhang ist nicht mehr zu erkennen. In dem Papyrus des Louvre (No. 62), der die ausführliche Instruction für einen höheren Beamten des oxyrynchitischen Nomos — vielleicht für jeden gleichgestellten in jedem Nomos — giebt, wird bestimmt, wie bei der jährlichen Uebertragung der Steuererhebungen von den alten auf die neuen Pächter zu verfahren und welche Gebühren u. s. w. dabei zu zahlen sind; unter anderem, wie viel bei den Pachten in Silber, in isonomem Kupfer, in gewöhnlichem Kupfer an Steuern

zu zahlen sind.[1] In einem andern sehr fragmentirten Papyrus des Louvre (No. 67) liest man Ueberreste einer Berechnung, deren Zusammenhang nicht mehr erkennbar ist; da steht col. 6 Zeile 7: *χαλκοῦ οὗ ἀλλαγὴ ταλ.* ..... und in der folgenden Zeile: *ἰσονόμου ταλ. ξζ' ⊢ ρν'* (also 67 Tal. 150 Dr.), und in Col. a Zeile 1

χαλκοῦ οὗ ἀλλαγὴ ταλ. χοη' ⊢ υξ'

und darunter nach einer Lücke, in der *ἰσονόμου* gestanden haben könnte

.... *ταλ. σξ' ⊢ ϡλη'*

aber diese beiden Summen 678 tal. 460 Dr Kupfer *οὗ ἀλλαγὴ* und 207 tal. 938 Dr. sind der Art, dass zwischen ihnen kein einigermassen rationales Verhältniss stattfindet, so dass die zweite Summe wohl kaum auf isonomes Kupfer gedeutet werden kann.

Wohl aber ergiebt ein solches die oben (S. 216) angeführte Stelle aus dem von Parthey edirten Berliner Papyrus *χαλκοῦ ἰσονόμου ταλ. ξ' / ταλ. ρξ'*, es ist das Verhältniss 60 : 160 oder 3 : 8. Hiess dasjenige geprägte (*ἐπίσημος*) Kupfer isonom, dessen Werth gegen Silber fixirt war, so änderte der wechselnde Kaufpreis des Kupfers nur die zweite Stelle dieser Gleichung, also 3 : 8 oder $8^1/_2$, oder 9 u. s. w. Stand zur Zeit, da der angeführte Papyrus geschrieben wurde (im Jahre 40, also des Ptolemaios VII. Euergetes) der Cours $24 : {}^2/_{10}$, so waren 120 Kerker Kupfer = 95 Tal. isonomes Kupfer, also das isonome Kupfer fixirt auf den Cours von $4 : {}^2/_{10}$, und es galten 120000 isonome Drachmen = 6000 Drachmen Silber und von dem so fixirten Kupfergeld gingen

20 Drachmen = 5 Sekel = 2 Ket = 70.14 Gramm Kupfer

auf 1 Silberdrachme; der isonome Kerker war = 300 Silberdrachmen und 20 isomone Kerker = 1 Talent Silber.

Eine Bestätigung der dargelegten Hypothese scheint der Leydener Papyrus O Zeile 22 (Leemans S. 79) zu geben. Er betrifft einen Handel der zwischen 100 und 90 a. Chr. zu fallen scheint; es leiht Einer dem Anderen 24 Silberdrachmen *ἀργυρίου ἐπισήμου Πτολεμαϊκοῦ νυμίσματος δραχμαὶ δεκαδύο* zinsfrei auf 10 Monate, mit der Bestimmung, dass, wenn sie dann nicht zurückgezahlt sind, sofort die Summe anderthalbmal[2]) und von dieser Summe Zins für jeden Stater 60 Kupferdrachmen auf den Monat gezahlt werden soll.

---

[1] Das scheint der Sinn dieser überaus dunklen Stelle (Pap. des Louvre 62, Col. 5, Z. 16: *τῶν δὲ πρὸς ἄργυρον ὠνῶν προσδιαγράψουσιν ἀλλαγὴν ως τῆς μνᾶς* u. s. w. *καὶ τῶν πρὸς χαλκὸν ἰσόνομον στατῆρας μὲν* u. s. w. *τῶν δὲ λοιπῶν ὠνῶν τῶν πρὸς χαλκον* u. s. w. Es werden auch *ἀργυρίου στατῆρες*, Pap. des Louvre No. 60, 2 genannt.

[2] *Τὸ μὲν δανεῖον ἡμιόλιον παραχρῆμα καὶ τοῦ ὑπερπεσοντος χρόνου τοὺς τόκους ὡς τοῦ στατῆρος χαλκοῦ δραχμῶν ἑξήκοντα κατὰ μῆνα.* Dies *ἡμιόλιον* als Busse kommt öfter bei Leihgeschäften vor (Pap. des Louvre No. 7 und 8) und den Sinn der *ἡμιόλιον* bestimmt der letztgenannte Pap. mit der ausführlicheren Formel für die Zurückerstattung *ταῦτά τε καὶ τὸ ἡμιολιον*; hier also ist ausser dem Anderthalben noch das Ganze zu zahlen.

Ob der Stater 2 oder 4 Drachmen beträgt, ist aus diesen Angaben nicht zu entscheiden[1]; wohl aber ist klar, dass in dem Monatszins zu 60 Drachmen Kupfer nicht isonomes Kupfer (1 : 20) gemeint sein kann; in Kupfer von dem Cours 24 : $^2/_{10}$ würden die 60 Drachmen monatlich, der Stater zu 4 Drachmen gerechnet, einen Jahreszins von 15%, der Stater zu 2 Drachmen gerechnet, von 30% ergeben.

In den uns erhaltenen Materialien schwankt der Werth des gewöhnlichen Kupfergeldes gegen Silber von 106$^1/_2$: 1 bis 120 : 1; dass es auch in Aegypten wie zeitweise (Hultsch S. 211) in Rom 140 : 1 gestanden haben sollte, ist möglich, aber die dafür angeführten Beweise reichen nicht aus, es zu begründen.

Noch bleibt zu fragen, auf welche Weise das Kupfer isonom werden konnte. Nicht dadurch, dass, während sich die gewöhnliche Kupfermünze durch immer grösseren Zusatz von Blei verschlechterte, zu den isonomen reines Kupfer verwendet wurde; denn ein noch so grosser Zusatz von Blei konnte, da es etwa den halben Werth von Kupfer hatte, das gewöhnliche Kupfer nicht so tief wie es geschah, herunterdrücken; und auch reines Kupfer hätte sich gegen Silber nicht ohne Werthschwankungen halten können. Es konnte sich als isonom erhalten, wenn ein Zusatz von Silber dem einzelnen Stücke seinen Werth sicherte; mögen seit Tiberius solche Tetradrachmen in Billon für Aegypten geprägt worden sein (Mommsen S. 728), unter den ptolemäschen Kupfermünzen findet sich, so viel bekannt, nichts der Art.

So bleibt nur die Annahme, dass Kupfergeld von einer bestimmten Art und Gepräge von Staatswegen zu dem fixirten Werth von 4 : $^2/_{10}$ ausgegeben und zu diesem Cours bei den königlichen Cassen angenommen wurde, — Werthzeichen, welche, wie immer ihr reeller Werth sein mochte, in ihrem nominellen Werth durch die Anerkennung dieses Werthes von Staatswegen garantirt und durch die Annahme an der königlichen Trapeza sicher gestellt waren, — Scheinwerthe und Werthscheine, die man nur nicht auf ein zerbrechliches Stück Papyrus geschrieben, sondern auf ein haltbares Stück Metall geprägt, coursiren liess.

Vielleicht wird sorgfältige numismatische Untersuchung in der Masse ptolemäischen Kupfergeldes das isonome Kupfer von dem übrigen unterscheiden lehren, vielleicht zu dem Ergebniss kommen, dass nur die Kupferstücke von dem Tetradrachmon, dem Sekel (14.28 Gr.) aufwärts, oder gar nur die Grossstücke von 20 Drachmen (70.14 Gr.)

---

[1] Nach den metrologischen Angaben des anonymen Alexandriners und der sogenannten Kleopatra (bei Hultsch, Metr. Scr. I No. 95 und 77), die beide wohl dem ersten Jahrhundert p. Ch. angehören, aber auf Quellen aus der Ptolemäerzeit zurückgehen, ist der Stater die Tetradrachme, d. h. der Sekel.

isonomer Art waren; es würde dann weiter zu fragen sein, ob die kleineren Kupfermünzen zu prägen auch Privaten, vielleicht den Priesterschaften, etwa denen eines Haupttempels in jedem Nomos, den Städten gestattet war.

Wie auch das Ergebniss sein wird, dass es isonomes Kupfergeld in dem ptolemäischen Aegypten gab, ist sicher und für das volkswirthschaftliche Verständniss dieser Zeit von Bedeutung.

Ausgegeben am 9. März.

1882.

XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

2. März. Physikalisch-mathematische Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Ewald las: Ueber Taeniodon ellipticus Dunker.

2. Hr. Hofmann las: Ueber Umbildungen der Amide durch Einwirkung des Broms in Gegenwart der Alkalien. Die Mittheilung folgt umstehend.

3. Hr. Helmholtz legte von Hrn. Director Holzmueller in Hagen eingesendete Curvensysteme vor, theils geometrisch construirt, theils in Vereinigung mit Hrn. Guébhard in Paris elektrochemisch auf Metallplatten hervorgebracht und fixirt. Die Systeme stellen Curven gleichen Potentials in elektrisch leitenden Ebenen dar, und entsprechen verschiedenen Anordnungen theils punktförmiger, theils linienförmiger Elektroden; in letzteren entsprechen die Curven den constanten Werthen des reellen oder imaginären Theils elliptischer Integrale.

4. Hr. Virchow berichtete nach einem Briefe des Dr. O. Finsch aus Thursday Island, Torres-Strasse, vom 5., beziehungsweise 8. Januar d. J., dass der Reisende, nachdem er Nord-Australien und verschiedene Inseln der Torres-Strasse, namentlich Morilug (Prince of Wales Island) und Mabiak (Jervis Island) besucht hatte, in einigen Tagen nach der Küste von Neu-Guinea abzugehen gedachte, um sich daselbst einige Monate aufzuhalten. Im April beabsichtigt er sich nach Java zu begeben. Nach seiner Mittheilung hat er bis jetzt 136 Kisten, darunter 79 ethnographischen und anthropologischen Inhalts, nach Berlin

gesandt. Seine Bemerkungen beziehen sich hauptsächlich auf die Ethnologie der pacifischen Inseln. Als Hauptergebniss seiner Beobachtungen bezeichnet er die Erfahrung, dass alle, noch so verschieden erscheinenden Stämme sich auf zwei Hauptrassen zurückführen lassen, nämlich auf eine schlichthaarige (Polynesier und Mikronesier) und eine kraushaarige (Melanesier, Papuas), von denen es ihm übrigens zweifelhaft ist, ob nicht auch zwischen ihnen Uebergänge bestehen. Die grosse Zahl von Gypsabgüssen, welche Hr. Finsch mit seltener Hingebung ausgeführt hat, und von welchen der grösste Theil schon im hiesigen ethnologischen Museum angelangt ist, wird hoffentlich für alle diese Erörterungen ein wichtiges Material bieten.

Ueber Umbildungen der Amide durch Einwirkung des Broms in Gegenwart der Alkalien.

Von A. W. Hofmann.

I.

Uebergang des Acetamids in den Acetylharnstoff der Methylreihe.

Die Weiterführung von Versuchen über das Verhalten des Piperidins zum Brom, welche ich der Akademie vor einigen Jahren mitgetheilt habe[1], ist Veranlassung gewesen, die Wirkung dieses Elementes auf die genannte Base und ähnliche Verbindungen auch in alkalischer Lösung zu erforschen. Sowohl aus dem Piperidin als auch aus dem Coniïn werden unter diesen Bedingungen bromhaltige Derivate gewonnen, aus denen sich die ursprünglichen Substanzen mit Leichtigkeit zurückbilden lassen. Das Studium der auf diese Weise erzeugten Körper, welches noch nicht vollendet ist, lud ein, auch die Säureamide in den Kreis der Untersuchung zu ziehen.

Die ersten Ergebnisse dieser Untersuchung, welche mich voraussichtlich längere Zeit in Anspruch nehmen wird, sind in Folgendem niedergelegt.

Einwirkung des Broms auf das Acetamid.

Trockenes Acetamid löst sich in Brom auf, ohne dass eine bemerkliche Wirkung einträte. Die Lösung kann tagelang stehen, ohne sich zu verändern. Eine Veränderung tritt aber alsbald ein, wenn man diese Lösung mit einem verdünnten Alkali versetzt. Der Versuch gelingt in erwünschter Weise, wenn man mit nicht allzu grossen Quantitäten arbeitet, also etwa 100 g Acetamid auf einmal

[1] Hofmann, Monatsberichte 1879, S. 381.

in Anwendung bringt. 10 Gewichtstheile Acetamid (2 Mol.) werden in 13.5 Gewichtstheilen Brom (1 Mol.) gelöst. Zu der in kaltem Wasser stehenden Lösung wird dann in kleinen Portionen eine verdünnte Natron- oder Kalilösung (von etwa 10 pCt. Alkaligehalt) gesetzt, bis sie eine gelbe Farbe angenommen hat. Erwärmt man jetzt die Flüssigkeit gelinde auf dem Wasserbade, so beginnt sie sich schon nach wenigen Minuten zu röthen. Man fährt dann fort Alkali hinzuzufügen, bis die wieder gelb gewordene Lösung sich beim Stehen nicht mehr röthet. Wenn sich die Flüssigkeit auf Alkalizusatz vollständig entfärbt, so ist die Reaction zu Ende. Ueberlässt man nunmehr die Lösung sich selbst, — oder verdampft man sie, wenn die Alkalilösung ziemlich verdünnt war, auf dem Wasserbade, — so schiessen grosse, farblose, prismatische Krystalle an, mit denen sich die Flüssigkeit schliesslich vollkommen erfüllt.

Durch Absaugen der Mutterlauge und Umkrystallisiren aus siedendem Wasser erhält man den neuen Körper alsbald im Zustand der Reinheit. Bei gut geleiteter Operation werden bis zu 80 pCt. des angewendeten Acetamids an der neuen Verbindung gewonnen. Durch Verdampfen der Mutterlauge erhält man nur noch kleine Mengen der neuen Substanz; das anschiessende Salz besteht zum grossen Theile aus Bromnatrium.

Die so erhaltenen Krystalle sind in kaltem Wasser mässig, in heissem reichlich löslich; in Alkohol und in Aether, zumal in letzterem, lösen sie sich weniger leicht. Die Lösung ist gegen Pflanzenfarben neutral. Silber- und Platinsalze bringen in derselben keine Niederschläge hervor. Die Krystalle schmelzen glatt bei 180°. Aber schon wenige Grade über den Schmelzpunkt erhitzt zersetzen sie sich unter Entwickelung eines stechend riechenden, die Augen zu Thränen reizenden Dampfes.

Die Analyse zeigt, dass der neue Körper aus dem Acetamid einfach durch Entfernung eines Atoms Wasserstoff entstanden ist. Der ganze Habitus der Verbindung zeigt aber, dass zwei Acetamidfragmente zusammengetreten sind, wodurch ein Körper von der Zusammensetzung

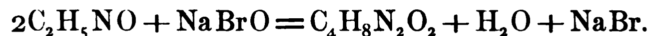


$$C_4H_8N_2O_2$$

entstanden ist:

	Theorie		Versuch		
C_4	48	41.38	41.43	41.17	—
H_8	8	6.89	7.30	6.73	—
N_2	28	24.14	—	—	23.49
O_2	32	27.59	—	—	—
	116	100.00.			

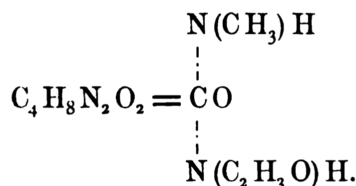
Die Bildung der neuen Substanz liesse sich durch Wechselwirkung zwischen 2 Mol. Acetamid und 1 Mol. unterbromigsauren Natriums erklären:



$$2C_2H_5NO + NaBrO = C_4H_8N_2O_2 + H_2O + NaBr.$$

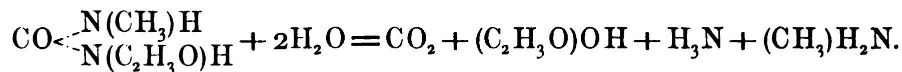
Der Process verläuft aber nicht ganz so einfach. Die schönen Krystalle sind das Endproduct der Reaction, dem die Bildung anderer Substanzen, weniger greifbar als diese, vorangeht. Eine heftig riechende Materie, welche sich in einem gewissen Stadium des Processes tropfbar flüssig ausscheidet, ist offenbar ein solches ephemeres Zwischenproduct. Auch entwickelt sich, zumal wenn die Flüssigkeit zu warm wird, eine nicht unerhebliche Menge von Gas. Die verschiedenen Phasen des Processes erheischen ein genaueres Studium; erst mit Klarlegung der Zwischenproducte wird ein besserer Einblick in das Wesen der neuen Reaction gewonnen werden.

Methylacetylharnstoff. Die Rohformel, zu welcher die Analyse geführt hat, lässt sich in mannichfacher Weise interpretiren. Zieht man aber das gleich näher zu schildernde Verhalten der neuen Verbindung in Betracht, so kommt man zu dem unzweifelhaften Schlusse, dass hier ein zusammengesetzter Harnstoff vorliegt, dem in seinem einen Amidflügel eine Methylgruppe, in seinem anderen eine Acetylgruppe eingefügt ist:



$$C_4H_8N_2O_2 = \begin{matrix} N(CH_3)H \\ \vdots \\ CO \\ \vdots \\ N(C_2H_3O)H. \end{matrix}$$

Verhalten gegen Wasser. Eine wässerige Lösung der neuen Substanz lässt sich ohne die geringste Veränderung im Sieden erhalten; wird aber die Lösung unter Druck auf 150° erhitzt, so findet man, dass sich der Körper mit den Elementen des Wassers zu Kohlensäure, Essigsäure, Ammoniak und Methylamin umgesetzt hat:



$$CO\begin{matrix} \langle N(CH_3)H \\ \langle N(C_2H_3O)H \end{matrix} + 2H_2O = CO_2 + (C_2H_3O)OH + H_3N + (CH_3)H_2N.$$

Verhalten in der Wärme. Erhitzt man eine kleine Menge des Körpers über seinen Schmelzpunkt, so entwickelt sich alsbald der stechende Geruch des Methylcyanats. Diese einfache Reaction ist in der That, wie ich auch schon anderen Ortes erwähnt habe, ein sehr bequemes Mittel, um einen Harnstoff mit grosser Wahrscheinlichkeit zu signalisiren. Je nach der Zusammensetzung des Harnstoffs erhält man verschiedene Cyanate; sie haben aber stets den unverkennbaren, stechenden Geruch.

Macht man den Versuch mit einer grösseren Quantität des neuen Harnstoffs, so entwickelt sich das Methylcyanat in so erheblicher Menge, dass man es in Ammoniak einleiten und den gebildeten Methylharnstoff durch Beobachtung seiner Eigenschaften mit Leichtigkeit identificiren kann.

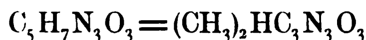
Aber schon nach kurzer Frist erlahmt die Entwicklung von Methylcyanat, und es beginnt eine regelmässige Entbindung von Kohlensäure sowie von Ammoniak, welchem in einem weiteren Stadium der Reaction Methylamin beigemischt ist, während sich ein weisses, krystallinisches Sublimat in dem Halse der Retorte ansetzt und eine farblose Flüssigkeit in der Vorlage ansammelt. Schliesslich bleibt in dem Destillirgefässe eine bräunlich gefärbte, amorphe, unschmelzbare, nicht mehr unzersetzt flüchtige Materie zurück, welche ungefähr den zehnten Theil des destillirten Harnstoffs ausmacht.

Schon die cursorische Untersuchung der Destillationsproducte zeigt, dass man hier einem sehr complexen Processe gegenübersteht.

Was zunächst das weisse, krystallinische Sublimat in dem Halse der Retorte anlangt, so konnten kohlensaures Ammoniak und Methylamin mit Leichtigkeit durch kaltes Wasser aus demselben entfernt werden. Der in kaltem Wasser unlösliche Rückstand ist eine eigenthümliche Säure, welcher kleine Mengen eines neutralen Körpers beigemengt sind. Erstere erwies sich als

Dimethylcyanursäure, während letzterer die Eigenschaften des bekannten, von Wurtz entdeckten Trimethylcyanurats zeigt. Die Scheidung beider Verbindungen wurde durch Behandlung mit verdünntem Alkali zu bewerkstelligen gesucht, was indessen nicht so leicht gelang, als man auf den ersten Blick hätte erwarten sollen. Bei dieser Behandlung blieb allerdings die grössere Menge des Trimethylcyanurats ungelöst zurück und konnte durch Umkrystallisiren aus Wasser unschwer gereinigt werden. Das Trimethylcyanurat ist aber keineswegs vollkommen unlösslich in Alkalien, und die mit Säuren aus der alkalischen Lösung ausgefällte Dimethylcyanursäure enthielt daher stets eine kleine Menge des Trimethyläthers beigemengt, welche sogar das aus der ammoniakalischen Lösung der Säure dargestellte Silbersalz verunreinigte. Aus dem schwer löslichen, gut krystallisirten Silbersalze durch Salpetersäure abgeschieden, wurde die neue Säure in farblosen, aus heissem Wasser krystallisirbaren Nadeln erhalten, welche den constanten Schmelzpunkt 222° zeigten, beim Erwärmen Methylcyanat abspalteten und unter dem Einflusse der Alkalien Methylamin und Ammoniak lieferten.

Die bei der Analyse der Säure erhaltenen Zahlen deuten unzweifelhaft auf die Dimethylcyanursäure, welche bisher nicht dargestellt worden war. Der Formel



$$C_5H_7N_3O_3 = (CH_3)_2HC_3N_3O_3$$

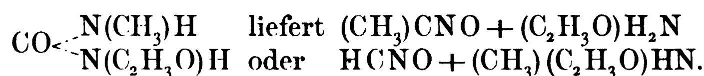
entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch	
C_5	60	38.22	38.63	—
H_7	7	4.46	4.91	—
N_3	42	26.75	—	26.23
O_3	48	30.57	—	—
	157	100.00.		

Der kleine Ueberschuss von Kohlenstoff und Wasserstoff, sowie der Stickstoffverlust, welche der Versuch ergeben hat, muss wohl einer geringen Beimengung des tertiären Aethers (Kohlenstoff 42.10, Wasserstoff 5.26 und Stickstoff 24.56) zugeschrieben werden.

Die Salze der Dimethylcyansäure sind wenig beständig. Dies gilt zumal für ein schön krystallisirtes Kupfersalz von violetter Farbe, welches auf Zusatz von Kupfersulfat zu einer ammoniakalischen Lösung der Säure fällt. Beim Kochen mit Wasser verwandelt sich dasselbe unter Abspaltung von Säure in ein krystallinisches Pulver von spangrüner Farbe. Ganz ähnliche Erscheinungen sind von HABICH und LIMPRICHT[1] bei der Untersuchung des Kupfersalzes der Diäthylcyanursäure beobachtet worden.

Die Bildung von Methylcyanat, Trimethylcyanurat und Dimethylcyanursäure bei der Einwirkung der Wärme auf den Methylacetylharnstoff erklärt sich einfach, wenn man annimmt, dass gleichzeitig Acetamid und Methylacetamid unter den Zersetzungsproducten auftreten:



$$CO\begin{cases} N(CH_3)H \\ N(C_2H_3O)H \end{cases} \text{ liefert } (CH_3)CNO + (C_2H_3O)H_2N \text{ oder } HCNO + (CH_3)(C_2H_3O)HN.$$

Das Trimethylcyanurat würde sich durch Polymerisirung des Methylcyanats, die Dimethylcyanursäure durch Association von Methylcyanat mit der in der Gleichung figurirenden Cyansäure erzeugen.

Es blieb noch übrig durch den Versuch zu erhärten, dass sich bei der Einwirkung der Wärme auf den Methylacetylharnstoff in der That sowohl Acetamid als Methylacetamid in erheblicher Menge bildet. Wird das oben erwähnte farblose Destillat des Harnstoffs einer erneuten Destillation unterworfen, so geht nur sehr wenig unter 200° über; der Siedepunkt steigt dann langsam bis 220°. Die letzten Antheile des Destillates erstarren krystallinisch und können durch Beobachtung der Eigenschaften, zumal durch Bestimmung des Schmelzpunkts

[1] HABICH und LIMPRICHT, Ann. Chem. Pharm. CIX, S. 101.

(82—83°)[1] und durch die neue Bromreaction, unschwer als Acetamid erkannt werden.

Die zwischen 200° und 210° siedende Flüssigkeit lieferte bei der Behandlung mit Salzsäure oder Alkali alsbald Essigsäure, Methylamin und Ammoniak; es konnte nicht bezweifelt werden, dass sie das gesuchte

Methylacetamid enthielt, aber das Auftreten von Ammoniak liess gleichzeitig erkennen, dass dem Destillate, wie dies nicht anders zu erwarten stand, noch Acetamid beigemengt war. Durch geduldiges Fractioniren wurde aus dieser Flüssigkeit schliesslich ein Körper erhalten, welcher bei niederer Temperatur erstarrte, bei 26° wieder schmolz und leidlich constant bei 207° siedete. Aber derselbe enthielt auch jetzt noch Acetamid, wie der bei der Lösung in Salzsäure auftretende Salmiak unzweifelhaft bewies. Die Trennung von Acetamid und Methylacetamid dürfte in der That, wenn man nicht mit sehr grossen Mengen arbeitet, nur schwer gelingen.

Bei der Analyse konnten daher auch nur Annäherungsresultate erwartet werden. Der Formel



$$C_3H_7NO = (CH_3)(C_2H_3O)HN$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie	Versuch	
Kohlenstoff	49.31	47.60	47.49
Wasserstoff	9.59	9.44	9.41.

Das Acetamid enthält 40.67 Procent Kohlenstoff und 8.47 Procent Wasserstoff.

Angesichts dieser erheblichen Abweichungen der analytischen von den theoretischen Zahlen erschien es wünschenswerth, den bei der Destillation des Harnstoffs erhaltenen Körper noch durch weitere Versuche als Methylacetamid zu charakterisiren. Zu dem Ende ist das Methylacetamid durch Behandlung von Essigäther mit einer concentrirten wässerigen Methylaminlösung in geschlossenem Rohre bei 150° dargestellt worden. Man erhielt auf diese Weise vollkommen reines Methylacetamid, welches in langen, farblosen Nadeln krystallisirte, bei 28° schmolz und bei 206° constant siedete, also mit dem aus dem Methylacetylharnstoff erhaltenen nahezu übereinstimmte.

Zum Ueberflusse ist noch eine Verbrennung gemacht worden, welche in der That die theoretischen Werthe des Methylacetamids ergeben hat; es wurden erhalten:

---

[1] Der Schmelzpunkt des Acetamids wird meist zu 78—79° angegeben. Gelegentlich der vorliegenden Untersuchung ist der Schmelzpunkt des Acetamids wiederholt genommen und stets zu 82—83° gefunden worden. Der Erstarrungspunkt liegt ungefähr bei 50°.

	Theorie	Versuch
Kohlenstoff	49.31	49.11
Wasserstoff	9.59	9.63.

Die übrigen bei der Destillation des Methylacetylharnstoffs auftretenden Producte — Kohlensäure, Ammoniak und Methylamin — gehören offenbar einer anderen Phase der Reaction an, in welcher auch der in der Retorte bleibende amorphe Rückstand gebildet wird. Diese zweite Phase, an welcher schon wegen der Entwicklung von Kohlensäure zum wenigsten 2 Mol. des Harnstoffs betheiligt sein müssen, wird sich erst überblicken lassen, wenn es gelungen sein wird, die Zusammensetzung des amorphen Rückstandes, welcher an die Mellonverbindungen erinnert, zu ermitteln.

Verhalten des Methylacetylharnstoffs zu Essigsäureanhydrid. Der Harnstoff löst sich beim Erwärmen in überschüssigem Acetanhydrid zu einer klaren Flüssigkeit. Wird diese zum Sieden erhitzt, so entwickeln sich bemerkliche Mengen von Methylcyanat, dem sich bald Ströme von Kohlensäure zugesellen. Unterwirft man die Flüssigkeit, nachdem sie etwa 10 Stunden lang am Rückflusskühler im Sieden erhalten worden ist, der Destillation, so steigt, nach Entfernung des überschüssigen Anhydrids, der Siedepunkt bald auf 180° und dann langsam bis auf 220°. Wird das zwischen den genannten Temperaturgrenzen übergehende Destillat fractionirt, so gelangt man schliesslich, nicht ohne Mühe, zu einer ziemlich constant bei 192° siedenden Flüssigkeit, welche mit Wasser mischbar ist und bei der Behandlung mit Salzsäure Methylamin und Essigsäure liefert, ein Verhalten, welches einerseits dem Methylacetamid, andererseits dem Methyldiäcetamid angehört. Da das Methylacetamid, dessen Eigenschaften die soeben beschriebene Reaction kennen gelehrt hatte, ausgeschlossen war, so durfte die bei 192° siedende Flüssigkeit als *Methyldiacetamid* angesprochen werden. Die Analyse hat diese Auffassung bestätigt. Die Formel



$$C_5H_9NO_2 = (CH_3)(C_2H_3O)_2N$$

verlangt:

	Theorie		Versuch	
C_5	60	52.17	51.71	—
H_9	9	7.83	8.57	—
N	14	12.17	—	13.95
O_2	32	27.83	—	—
	115	100.00.		

Die kleine Differenz zwischen den gefundenen und berechneten Zahlen dürfte der Gegenwart einer geringen Menge von Methylacetamid (Kohlenstoff 49.31, Wasserstoff 9.59, Stickstoff 17.81) zuzuschreiben sein.

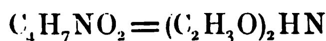
Mit Anilin behandelt, liefert das Methyldiacetamid Methylacetamid und Acetanilid:

$$(CH_3)(C_2H_3O)_2N + (C_6H_5)H_2N = (CH_3)(C_2H_3O)HN + (C_6H_5)(C_2H_3O)HN.$$

Das Methylacetamid, welches durch Beobachtung des Siedepunktes identificirt wurde, erleidet durch die Einwirkung des Anilins keine weitere Zersetzung.

Die nach der Abscheidung des Methyldiacetamids über 210° übergehenden Destillate erstarren schon bei mittlerer Temperatur zu einer faserigen Krystallmasse. Nach dem Abpressen mit Alkali behandelt, lieferte dieselbe Ammoniak und Essigsäure. Bei der Analyse wurde sie als

Diacetamid erkannt. Der Formel



$$C_4H_7NO_2 = (C_2H_3O)_2HN$$

entsprechen:

		Theorie	Versuch	
C_4	48	47.53	47.76	—
H_7	7	6.93	7.23	—
N	14	13.86	—	13.63
O_2	32	31.68	—	—
	101	100.00.		

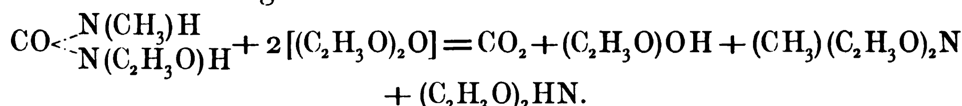
Die Krystalle des Diacetamids schmelzen bei 82°, also fast genau bei derselben Temperatur wie das Acetamid; der Erstarrungspunkt liegt bei 70°. Das Diacetamid wurde zuerst von Strecker[1] durch Einwirkung des Salzsäuregases auf Acetamid erhalten; derselbe hat auch eine elegante Unterscheidung und Trennung des Acetamids vom Diacetamid kennen gelehrt. Aus einer ätherischen Lösung der beiden Amide wird das Acetamid durch Salzsäuregas als Chlorhydrat gefällt, während Diacetamid in Lösung bleibt. Das in der obigen Reaction gebildete Diacetamid wurde, dem angegebenen Verhalten entsprechend, durch trocknes Salzsäuregas aus ätherischer Lösung nicht gefällt. Feuchtes Salzsäuregas verwandelte es langsam in Acetamid. Ein anderer Unterschied der beiden Amide zeigt sich beim Uebergiessen derselben mit Natronlauge, welche sich mit dem Diacetamid stark erwärmt, während bei dem Acetamid keine Temperaturerhöhung eintritt. Gewöhnlich wird angegeben, dass Diacetamid eine saure Reaction besitze, während Acetamid keine Wirkung auf Pflanzenfarben zeige. Nach meinen Erfahrungen sind beide Körper vollkommen neutral. Strecker hat den Schmelzpunkt des Diacetamids nicht angegeben; nach Gautier[2], welcher diesen Körper durch die Einwirkung von

---

[1] Strecker, Ann. Chem. Pharm. CIII S. 321.
[2] Gautier, Compt. rend. LXVII S. 1255.

Eisessig auf Acetonitril erhielt, soll derselbe bei 59, nach WICHELHAUS[1], welcher dasselbe Darstellungsverfahren einhielt, bei 74—75° schmelzen. Ich glaube diese niedrigen Schmelzpunkte der Verunreinigung des untersuchten Diacetamids mit Acetamid zuschreiben zu müssen. Es ist bekannt, dass Gemenge öfters einen Schmelzpunkt zeigen, welcher weit niedriger liegt als die Schmelzpunkte der Componenten. In der That sank der Schmelzpunkt einer Mischung von Acetamid und Diacetamid, welche beide für sich bei 82° schmolzen, bis auf 55—60° herab. Noch verdient bemerkt zu werden, dass das Acetamid in Aether und Ligroïn weit schwerer lösslich ist als das Diacetamid.

Die Bildung des Methyldiacetamids und des Diacetamids neben Kohlensäure und Essigsäure aus dem Methylacetylharnstoff erfolgt nach der Gleichung:



$$CO\begin{cases}N(CH_3)H\\N(C_2H_3O)H\end{cases} + 2[(C_2H_3O)_2O] = CO_2 + (C_2H_3O)OH + (CH_3)(C_2H_3O)_2N + (C_2H_3O)_2HN.$$

Die Bildung des Diacetamids aus dem Methylacetylharnstoff hat Veranlassung gegeben, die erschöpfende Einwirkung des Essigsäureanhydrids auch auf den Harnstoff *par excellence* zu studiren. Die Endpunkte einer längeren Digestion beider Verbindungen bestehen aus einem Gemenge von Acetamid und Diacetamid.

Spiegelt sich die Harnstoffnatur des durch die Einwirkung des unterbromigsauren Natriums auf das Acetamid entstehenden Körpers schon unzweifelhaft in den eben betrachteten Reactionen und zumal in dem Verhalten desselben zum Wasser, so tritt sie bei der Einwirkung der Mineralsäuren und Alkalien nicht minder scharf zu Tage.

Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf den Methylacetylharnstoff. Der Körper löst sich in kalter, concentrirter Schwefelsäure leicht auf; aber schon bei gelindem Erwärmen tritt eine stürmische Kohlensäureentwickelung ein. Beim stärkeren Erwärmen destillirt Essigsäure; die rückständige Flüssigkeit enthält schwefelsaures Ammoniak, schwefelsaures Methylamin und Disulfometholsäure (Methendisulfosäure). Bei der Untersuchung der Lösung wurde die freie Schwefelsäure mit Bariumcarbonat abgestumpft und dann Ammoniak und Methylamin durch Erwärmen mit Bariumhydrat ausgetrieben; beim Erkalten setzte die filtrirte Lösung eine reichliche Krystallisation von disulfometholsaurem Barium ab. Die Eigenschaften dieses schönen Salzes waren mir aus der vor vielen Jahren gemeinschaftlich mit

[1] WICHELHAUS, Berichte der Deutschen chem. Ges. III S. 847.

Hrn. Buckton[1] ausgeführten Untersuchung über die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Amide noch in der Erinnerung; gleichwohl wurde die Analyse desselben ausgeführt. Der Formel des bei 180° getrockneten Salzes



$$CH_2Ba(SO_3)_2$$

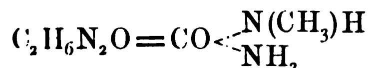
entsprechen

	Theorie.	Versuch.
Barium	44.05	44.23.

Uebrigens weiss man, dass Disulfometholsäure überall entsteht, wo Essigsäure und Schwefelsäure *in conditione nascendi* zusammentreffen.

Als die Einwirkung der Schwefelsäure auf den Methylacetylharnstoff zuerst studirt wurde, war die Natur dieser Verbindung so zweifelhaft, dass es erwünscht erschien, das Auftreten auch der Essigsäure und des Methylamins in dieser Reaction durch Zahlen festzustellen. Bei der Analyse des aus der Essigsäure dargestellten Silbersalzes wurden 64.63 Procent Silber gefunden, Theorie 64.66. Das Methylamin wurde in das Chlorhydrat verwandelt und nach sorgfältiger Abscheidung des Salmiaks mit absolutem Alkohol als Platinsalz analysirt. Der Versuch ergab 41.72 und 41.38 Procent Platin, die Theorie verlangt 41.56.

Einwirkung der Salzsäure. Beim Kochen des Harnstoffs mit concentrirter Salzsäure, in welcher er sich leicht löst, entwickelt sich reichlich Essigsäure. Verdampft man die beiden Säuren so weit als thunlich auf dem Wasserbade, so bleibt ein Syrup, welcher den von Wurtz entdeckten Methylharnstoff enthält. Die zurückgehaltene Salzsäure und Essigsäure verhindern die Krystallisation des Methylharnstoffs, welcher sich aber auf Zusatz von concentrirter Salpetersäure alsbald als schwerlösliches Nitrat in Krystallen ausscheidet. Behandelt man die Lösung desselben mit Bariumcarbonat und scheidet das salpetersaure Barium durch Ausziehen des eingetrockneten Gemenges mit absolutem Alkohol ab, so liefert das verdampfte Filtrat den Methylharnstoff in schönen Prismen von vollkommener Reinheit. Der genauen Beschreibung, welche Wurtz von diesem Körper giebt, habe ich kaum noch etwas hinzuzusetzen, indessen möge bemerkt werden, dass der Methylharnstoff bei 100—101° schmilzt. Der Formel



$$C_2H_6N_2O = CO<\begin{matrix}N(CH_3)H\\NH_2\end{matrix}$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie.	Versuch.
Kohlenstoff	32.43	32.20
Wasserstoff	8.11	8.19.

[1] Buckton und Hofmann, Ann. Chem. Pharm. C, S. 135.

Durch sehr langes Kochen mit concentrirter Salzsäure wird der Methylharnstoff in Kohlensäure, Methylamin und Ammoniak gespalten.

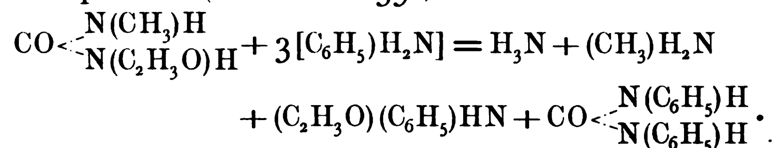
Einwirkung der concentrirten Salpetersäure. Die bei der Behandlung des Methylacethylharnstoffs beobachteten Erscheinungen veranlassten natürlich, die directe Darstellung des Methylharnstoffnitrats mittelst Salpetersäure zu versuchen. Die Umwandlung erfolgt in der That über Erwartung leicht. Man braucht die Lösung des Methylacetylharnstoffs in gewöhnlicher concentrirter Salpetersäure nur einige Minuten im Sieden zu erhalten, um beim Erkalten der Flüssigkeit eine schöne Krystallisation des schwer löslichen Nitrats des Harnstoffs zu gewinnen. Da die Abscheidung des Methylharnstoffs aus dem Nitrat mittelst Bariumcarbonats nicht mehr Mühe macht, als die analoge Zerlegung des gewöhnlichen salpetersauren Harnstoffs, so hat man in der Behandlung des so leicht aus dem Acetamid darstellbaren Körpers mit Salpetersäure ein einfaches und expeditives Verfahren, reichliche Quantitäten von Methylharnstoff zu erzeugen.

Im Besitze einer grösseren Menge dieses schönen Körpers musste ich mich begreiflich aufgefordert fühlen, seine Rückverwandlung in den Acetylkörper zu versuchen, welcher als Ausgangspunkt der Versuche gedient hatte. Diese gelingt denn auch durch kurzes Kochen mit Acetanhydrid. Erhitzt man zu lange, so entstehen die bereits oben beschriebenen Zersetzungsproducte des Methylacetylharnstoffs; gleichzeitig bildet sich aber auch noch eine zweite, schwerer lösliche Verbindung, vielleicht ein Methyldiacetylharnstoff, welche indessen nicht weiter untersucht worden ist.

Einwirkung der Alkalien. Angesichts der im Vorstehenden dargelegten Ergebnisse konnte das Verhalten des als Methylacetylharnstoff angesprochenen Körpers nicht zweifelhaft sein. Derselbe zerfällt glatt, einerseits in Kohlensäure und Essigsäure, andererseits in Ammoniak und Methylamin, welche sich zu gleichen Moleculen entwickeln. Wenn man den Harnstoff mit etwa dem anderthalbfachen Gewichte Natronhydrat und etwas Wasser zu einem dicken Brei anrührt und diesen in einem Destillirgefässe erhitzt, so wird alles Ammoniak und Methylamin ausgetrieben. Man muss etwas grosse Gefässe anwenden und vorsichtig erhitzen, da sich die Masse stark aufbläht. Die Zerlegung geht so leicht von Statten, dass sie sich vielleicht für die Darstellung des Methylamins verwerthen lässt. In meinen Versuchen wurde Ammoniak und Amin in Salzsäure aufgefangen, die Lösung bis zur Krystallisation des Salmiaks verdampft, die Mutterlauge von letzterem abgesogen und zur Trockne verdampft. Aus dem Rückstande, der verhältnissmässig wenig Salmiak enthielt, wurde das salzsaure Methylamin schliesslich mit absolutem Alkohol ausgezogen. Aus

20 g Acetamid wurden auf diese Weise 9.8 g salzsaures Methylamin, d. i. 85.6 Procent der theoretischen Ausbeute, erhalten. — Noch will ich erwähnen, dass der Harnstoff auch genau das

Verhalten gegen Anilin zeigte, welches die Theorie im Voraus bezeichnete. Wird derselbe mit Anilin gekocht, so entwickeln sich Ammoniak und Methylamin, und im Rückstand bleibt ein Gemenge von Acetanilid und Diphenylharnstoff, welche sich durch ihre verschiedene Löslichkeit in Alkohol leicht von einander trennen und an ihren Schmelzpunkten (112° und 235°) erkennen lassen:



$$CO\begin{cases}N(CH_3)H\\N(C_2H_3O)H\end{cases} + 3[(C_6H_5)H_2N] = H_3N + (CH_3)H_2N$$
$$+ (C_2H_3O)(C_6H_5)HN + CO\begin{cases}N(C_6H_5)H\\N(C_6H_5)H\end{cases}.$$

Die im Vorstehenden mitgetheilten Ergebnisse laden nach verschiedenen Richtungen hin zu weiteren Versuchen ein.

Gehört die beim Acetamid beobachtete Umbildung den Amiden im Allgemeinen an? Liefert also das Amid einer Säure von n Kohlenstoffatomen stets einen Harnstoff, in dessen Amidflügeln auf der einen Seite die eine unveränderte Säuregruppe mit n Kohlenstoffatomen, auf der andern die Alkylgruppe von $n-1$ Kohlenstoffatomen auftreten? Zur Entscheidung dieser Frage sind ausgedehntere Untersuchungen erforderlich. Ich will aber schon heute erwähnen, dass ich die Einwirkung einer alkalischen Bromlösung auf die dem Acetamid homologen Amide der dritten, vierten, fünften und achtzehnten Reihe bereits studirt habe, und dass hier wie beim Acetamid, *mutatis mutandis*, dieselben Erscheinungen beobachtet wurden. Ja mehr noch, die Amide der Substitutionsproducte der Essigsäure, der Chloressigsäure, der Aethylglycolsäure u. s. w. scheinen sich in ganz ähnlicher Weise zu verhalten.

Die hier angedeuteten Resultate sind in einer zweiten, unmittelbar folgenden Mittheilung ausführlich dargelegt.

II.

Bromsubstitute des Acetamids.

Als ich in dem schon vor einigen Wochen zum Abschlusse gelangten ersten Theile dieser Arbeit mittheilte, dass sich das Acetamid unter dem Einflusse einer alkalischen Bromlösung in den methylirten

Acetylharnstoff verwandle, bemerkte ich bereits, dass die zuletzt genannte Verbindung das Endproduct einer Reihe von Reactionen sei, welche sich nach einander vollziehen, und dass es noch eines eingehenden Studiums der verschiedenen Phasen des Processes bedürfe, um einen Einblick in den Mechanismus der Umbildung zu gewinnen.

In diesem zweiten Theile meiner Arbeit sei mir gestattet, der Akademie die Ergebnisse dieses Studiums vorzulegen.

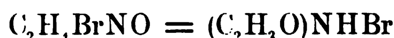
Da der Producte der Einwirkung einer alkalischen Bromlösung auf das Acetamid mehrere sind, und sie sich, je nach den Gewichtsverhältnissen, in denen die Körper mit einander in Beziehung treten, verschieden gestalten, so ist es, um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, durchaus nothwendig, unter allen Umständen mit abgewogenen Mengen zu arbeiten. Der Uebersichtlichkeit halber sind im Folgenden die Mengenverhältnisse stets in Moleculargewichten gegeben. Endlich verdient noch bemerkt zu werden, dass auch die Natur des angewendeten Alkalis nicht ohne Belang ist; mit Kaliumhydrat verläuft der Process etwas anders als mit Natriumhydrat.

Wie bereits in dem vorhergehenden Aufsatze angedeutet wurde, löst sich das Acetamid in Brom auf, ohne dass eine auffallende Erscheinung einträte. Arbeitet man aber mit grösseren Quantitäten, so ist doch eine gelinde Erwärmung nicht zu verkennen, und da keine Spur von Bromwasserstoffsäure auftritt, so liegt der Gedanke nahe, dass hier ein Additionsproduct gebildet werden möge, eine Auffassung, für welche verschiedene im Verlaufe dieser Abhandlung zu verzeichnende Beobachtungen zu sprechen scheinen. Jedenfalls ist die Verbindung eine sehr lose; lässt man sie an der Luft stehen, so verdampft das Brom, während unverändertes Acetamid zurückbleibt.

Mischt man 1 Mol. Brom mit 2 Mol. Acetamid und versetzt diese Mischung unter den in der früheren Mittheilung angeführten Vorsichtsmaassregeln mit Kaliumhydroxyd, so entsteht, wie bereits angegeben, der methylirte Acetylharnstoff.

Acetmonobromamid. Ganz anders verläuft die Reaction, wenn man Kaliumhydroxyd auf eine Mischung von 1 Mol. Brom und 1 Mol. Acetamid wirken lässt. Man erhält alsdann eine farblose oder nur wenig gefärbte Flüssigkeit, aus welcher sich, wenn die angewendete Kalilauge nicht allzu verdünnt gewesen ist, bald reichliche Mengen von Kaliumbromid absetzen. Werden diese abfiltrirt, so erstarrt die Flüssigkeit in der Kälte zu einem Brei farbloser, dünner Platten, welche nach dem Absaugen fast rein sind. Sie lassen sich mit einiger Vorsicht aus warmem Wasser umkrystallisiren. Für die Analyse sind sie zur Entfernung von Spuren anhängenden Kaliumsalzes noch einmal in kaltem Aether, in welchem sie leicht löslich sind, aufgenommen

worden. Beim freiwilligen Verdunsten des (wasserhaltigen) Aethers gewinnt man wohlausgebildete, rechtwinklige, oft centimeterlange Tafeln von eigenthümlicher Streifung. Diese Krystalle enthalten Krystallwasser, welches nur schwierig und sehr langsam *in vacuo*, schneller und vollständig im Luftbade bei 50° entweicht. Die wasserhaltigen Krystalle schmelzen unter Wasserabgabe zwischen 70 und 80°, die wasserfreien bei 108°. Die Analyse der wasserfreien Krystalle zeigt, dass dieselben nach der Formel



$$C_2H_4BrNO = (C_2H_3O)NHBr$$

zusammengesetzt sind.

	Theorie.		Versuch.		
C_2	24	17.39	17.78	—	—
H_4	4	2.91	3.05	—	—
Br	80	57.97	—	57.73	57.29
N	14	10.14	—	—	—
O	16	11.59	—	—	—
	138	100.00.			

Das Krystallwasser beträgt 1 Mol. = 11.53 Prozent; gefunden wurden bei 50° 11.9 Prozent; die Substanz ist aber bei dieser Temperatur schon etwas flüchtig, so dass man die Trockenheit nur an der innerhalb gleicher Zeitintervalle sich nicht mehr ändernden kleinen Gewichtsabnahme erkennt.

Dass sich unter den oben angegebenen Bedingungen in der That fast ausschliesslich die einfach bromirte Verbindung bilde, wird auch noch durch einen besonderen Titrirversuch bezeugt. 5.9 g (1/10 Mol.) Acetamid, mit 16 g Brom versetzt, verbrauchten bis zum Verschwinden des freien Broms 45 ccm einer in 100 ccm 10 g Natronhydrat enthaltenden Lauge; der Theorie nach hätten 40 ccm verbraucht werden sollen.

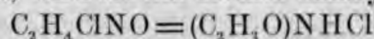
Die Bildung des Acetmonobromamids bei der Einwirkung einer alkalischen Bromlösung auf Acetamid erklärt nunmehr in befriedigender Weise die Entstehung des Methylacetylharnstoffs, wenn die in Wirksamkeit tretende Menge Acetamid verdoppelt wird. In der That braucht man nur moleculare Mengen der Bromverbindung und des Acetamids mit Natronlauge zu erwärmen, um alsbald die schönen Krystalle des Harnstoffs erscheinen zu sehen. Ueberlegt man, wie sich diese Zusammenfügung vollzieht, so könnte man wohl geneigt sein anzunehmen, dass sich das Brom in der einen Admidgruppe mit dem Wasserstoff der anderen vereinige; zur Fertigstellung des Harnstoffs wäre dann nur noch die Verschiebung der Carbonylgruppe erforderlich. Versuche, deren Beschreibung zweckmässig einem späteren Abschnitte dieses Aufsatzes vorbehalten bleibt (vergl. S. 255), zeigen

aber unzweideutig, dass 1 Mol. Bromwasserstoffsäure aus 1 Mol. des Bromids losgelöst wird, wodurch Isocyansäure-Methyläther entsteht, welcher alsdann 1 Mol. Acetamid fixirt, um den Harnstoff zu erzeugen.

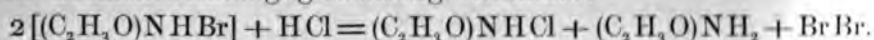
Das Acetmonobromamid erleidet eine Reihe bemerkenswerther Umwandlungen.

Uebergiesst man die Bromverbindung mit Salzsäure, so färbt sie sich augenblicklich tiefgelb, indem Brom entwickelt wird; nachgerade ist an die Stelle des Bromgeruchs der des Chlors getreten, bis auch dieser verschwunden ist. Unterbricht man die Reaction, wenn sich kein Brom mehr entwickelt, so krystallisirt bei dem Verdampfen eine Substanz, welche in ihrem ganzen Habitus an das Acetmonobromamid erinnert, sich aber von demselben dadurch unterscheidet, dass sie beim Uebergiessen mit Salzsäure nur noch Chlor entbindet. Dieser Körper ist das dem Bromid entsprechende

Acetmonochloramid. Der Schmelzpunkt dieser Verbindung liegt bei 110°. Zur Entfernung von etwa anhängendem Acetamid, welches sich gleichzeitig bildet, wird sie aus Aether umkrystallisirt. Die Formel

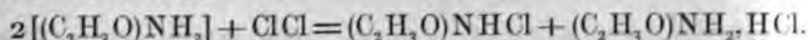

$$C_2H_4ClNO = (C_2H_3O)NHCl$$

verlangt 37.97 Procent Chlor, bei der Analyse wurden 37.61 Procent gefunden. Bei der Bildung der Chlorverbindung entsteht begreiflich unter Bromentwicklung gleichzeitig Acetamid:


$$2[(C_2H_3O)NHBr] + HCl = (C_2H_3O)NHCl + (C_2H_3O)NH_2 + BrBr.$$

Durch weitere Einwirkung der Salzsäure wird das Chlorid schliesslich unter Entwicklung von Chlor in Acetamid übergeführt.

Die Auffindung des Chlorids gab Veranlassung, einige Versuche über die directe Einwirkung des Chlors auf das Acetamid anzustellen. Geschmolzenes Acetamid absorbirt Chlorgas ziemlich reichlich, ohne dass Salzsäure entwickelt wird. Die Reaction giebt sich durch Erstarren der Masse zu erkennen. Zieht man dieselbe mit Aether aus, so krystallisirt aus letzterem dieselbe Chlorverbindung, welche man durch Behandlung des Acetmonobromamids mit Chlorwasserstoffsäure erhält. Die Identität beider wurde durch eine Schmelzpunktsbestimmung nachgewiesen. Bemerkenswerth ist, dass die Bildung der Chlorverbindung ohne Mitwirkung eines Alkalis erfolgt, dessen Function in dem vorliegenden Falle von dem Acetamid selber geübt wird, insofern die in dem Substitutionsprocesse gebildete Salzsäure sich mit letzterem verbindet:

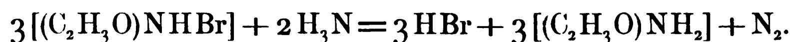

$$2[(C_2H_3O)NH_2] + ClCl = (C_2H_3O)NHCl + (C_2H_3O)NH_2, HCl.$$

Da das Studium der Einwirkung des Chlors auf das Acetamid kaum neue Gesichtspunkte zu eröffnen versprach, das Arbeiten mit abgemessenen Mengen bei Anwendung von Chlor aber ungleich

schwieriger ist als bei Anwendung von Brom, so habe ich diese Versuche nicht weiter verfolgt.

Hier mag noch erwähnt werden, dass auch ein paar Versuche über die Einwirkung des Jods auf Acetamid angestellt worden sind; sie haben indessen zu keinem besonderen Ergebnisse geführt. Jod löst sich in geschmolzenem Acetamid auf; Zusatz von Alkali zu der Mischung entfärbt dieselbe. Durch Ausschütteln mit Aether lässt sich der farblos gewordenen Flüssigkeit nichts Krystallinisches entziehen. Wahrscheinlich geht das Jod in Berührung mit Alkali alsbald in Jodsäure über, welche sich der weiteren Einwirkung entzieht.

Ammoniakflüssigkeit wirkt mit der grössten Heftigkeit auf die Bromverbindung; unter lebhafter Stickstoffentwicklung bilden sich Bromwasserstoff und Acetamid:

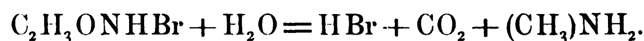


$$3[(C_2H_3O)NHBr] + 2H_3N = 3HBr + 3[(C_2H_3O)NH_2] + N_2.$$

Mit Anilin erfolgt eine Reaction, welche sich bis zur Explosion steigern kann. Die Producte sind Acetamid und Bromsubstitute des Anilins, vorzugsweise Tribromanilin, welches an dem Schmelzpunkt (117°) leicht erkannt werden konnte. Stickstoff wird hierbei nicht entwickelt.

Aehnlich scheinen aromatische Substanzen mehrfach zu wirken. Phenol z. B. liefert Tribromphenol unter Rückbildung von Acetamid.

Am interessantesten gestaltet sich das Verhalten des Acetmonobromamids unter dem Einflusse der Alkalien. Die Verbindung löst sich in kalter Natronlauge auf; war letztere sehr concentrirt, so scheiden sich haarfeine Krystalle eines Natronsalzes aus; in der Kälte kann sie Stunden lang mit der Lauge in Berührung bleiben ohne eine erhebliche Veränderung zu erleiden, wie man alsbald erkennt, wenn ein Tropfen der Lösung mit Säure übersättigt wird, wobei sich das ausgeschiedene Brom durch die braune Farbe zu erkennen giebt. Erwärmt man aber die mässig verdünnte Flüssigkeit vorsichtig auf 60 bis 70°, — beim schnellen Erhitzen grösserer Mengen concentriter Lösung könnte eine unliebsam heftige Reaction eintreten, — so erfolgt eine Umsetzung, welche vollständig geworden ist, sobald eine herausgenommene Probe sich auf Säurezusatz nicht mehr gelb färbt. Die Flüssigkeit enthält nunmehr Bromid, Carbonat und Methylamin, welches durch den Geruch und die alkalische Reaction seines brennbaren Dampfes leicht zu erkennen ist:

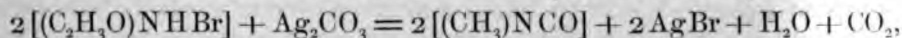


$$C_2H_3ONHBr + H_2O = HBr + CO_2 + (CH_3)NH_2.$$

In einem gewissen Stadium ist aber, wenn auch nur vorübergehend, doch unverkennbar der stechende Geruch des Methylcyanats aufgetreten; man kann daher wohl nicht zweifeln, dass die Reaction in zwei auf einander folgenden Phasen verlaufen ist, indem zunächst

unter Abspaltung von Bromwasserstoff Cyanat gebildet worden ist, welches alsdann unter dem Einflusse des Wassers die wohlbekannte Umsetzung erlitten hat. Wird die alkalische Flüssigkeit in einem Destillirgefässe zum Sieden erhitzt und das Destillat in Salzsäure aufgefangen, so erhält man beim Eindampfen eine reichliche Krystallisation von Methylaminchlorhydrat, welche bei gut geleiteter Operation zwischen 80 und 90 Procent der theoretischen Ausbeute schwankt. Der Verlust wird durch secundäre Reactionen bedingt, auf welche ich bei einer anderen Gelegenheit ausführlicher zurückzukommen gedenke.

Die Bildung von Methylcyanat als Uebergangsproduct bei der Einwirkung der Alkalien auf das Monobromamid ist Veranlassung gewesen, das Verhalten dieser Verbindung gegen Silbercarbonat zu untersuchen, indem man wohl annehmen durfte, dass sich die Reaction, theilweise wenigstens, bei der Bildung von Cyanat werde festhalten lassen. Diese Erwartung ist nicht getäuscht worden. Monobromamid und Silbercarbonat wirken im trocknen Zustande schon bei gelindem Erwärmen mit solcher Heftigkeit auf einander, dass man die Reaction durch Beimischung einer indifferenten Substanz, Sand z. B., mässigen muss. Es entwickeln sich Ströme von Cyansäure-Methyläther,



$$2\,[(C_2H_3O)NHBr] + Ag_2CO_3 = 2\,[(CH_3)NCO] + 2\,AgBr + H_2O + CO_2,$$

welchen man am besten in Ammoniak auffängt, um ihn in der Form von Monomethylharnstoff zu identificiren.

Noch muss ich einen Augenblick bei der Einwirkung des Wassers auf das Acetmonobromamid verweilen.

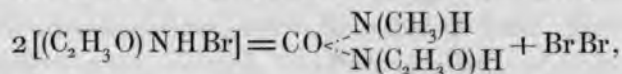
Kaltes und mässig warmes Wasser ist ohne Wirkung; siedendes aber veranlasst die Entwickelung brauner Dämpfe, und nach lange fortgesetztem Kochen enthält die nahezu farblos gewordene Flüssigkeit nur noch Acetamid und kleine Mengen methylirten Acetylharnstoffs.

Auf welche Weise wird in dieser Reaction das Acetamid zurückgebildet? Es liess sich kaum bezweifeln, dass hier unterbromige Säure entstehen müsse:



$$(C_2H_3O)NHBr + H_2O = (C_2H_3O)NH_2 + HBrO.$$

Da aber in Folge des gleichzeitigen Auftretens von methylirtem Acetylharnstoff in derselben Reaction Brom frei wird,

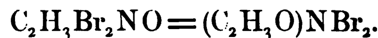


$$2\,[(C_2H_3O)\,NHBr] = CO\begin{matrix}\diagup N(CH_3)H \\ \diagdown N(C_2H_3O)H\end{matrix} + BrBr,$$

so lag hier die Aufgabe vor, unterbromige Säure neben Brom zu erkennen. Es wurde versucht, diese Aufgabe durch eine quantitative Bestimmung zu lösen. Eine grössere Menge des Bromamids wurde mit Wasser längere Zeit gekocht und die braunen Dämpfe in Wasser

überdestillirt. Ein Theil dieser Destillate wurde mit Ammoniak versetzt und auf diese Art der ganze Bromgehalt derselben, sowohl das freie Brom, als auch das in der Form von unterbromiger Säure vorhandene, als Bromammonium gewonnen und mit Silberlösung titrirt. In einem anderen Theile des Destillates wurde die Summe des Broms und der unterbromigen Säure durch die auf arsenige Säure geübte oxydirende Wirkung bestimmt. Offenbar wird in einer Flüssigkeit, in welcher nur Brom anwesend ist, die oxydirende Wirkung durch arsenige Säure gerade so gross gefunden werden, als sie sich aus der Brombestimmung mit Silberlösung berechnet. Andrerseits wird eine Flüssigkeit, welche nur unterbromige Säure enthält, — da die oxydirende Kraft eines Mol. Unterbromigsäure-Anhydrids (Br_2O) doppelt so gross ist, als die eines Mol. Brom (BrBr), — eine doppelt so grosse oxydirende Kraft zeigen, als der mittelst Silbernitrats gefundenen Brommenge entspricht. Wird eine zwischen beiden Grenzen liegende Zahl gefunden, so deutet diese eine Mischung von Brom und unterbromiger Säure an. Solche mittlere Zahlen sind nun bei dem angeführten Versuche, welcher mehrmals wiederholt worden ist, stets gefunden worden, so dass die gleichzeitige Anwesenheit von Brom und unterbromiger Säure in dem beim Kochen von Acetmonobromanid mit Wasser erhaltenen Destillate als versuchlich festgestellt betrachtet werden kann. Es verdient aber bemerkt zu werden, dass die Menge der aufgefundenen unterbromigen Säure im Verhältnisse zu dem freien Brom eine sehr geringe, etwa $^1/_{20}$, ist, während die relativ grosse Menge des zurückgebildeten Acetamids und die kleine Menge des entstandenen Harnstoffs gerade das Gegentheil hätten erwarten lassen. Diese auffallende Erscheinung wird durch das gleichzeitige Auftreten von Methylamin in dem Destillate einigermaassen aufgeklärt, insofern die Bildung dieser Base, wie im Vorstehenden bereits erörtert worden ist, die Abspaltung von Bromwasserstoffsäure bedingt, welche letztere sich mit unterbromiger Säure zu Brom und Wasser umsetzt.

Acetdibromamid. Versetzt man eine verdünnte Lösung von I Mol. Monobromamid mit I Mol. Brom, so scheiden sich nach der Sättigung mit Kalihydrat goldgelbe Nadeln oder Blättchen aus, welche ohne Zersetzung aus warmem Wasser umkrystallisirt werden können. Dieselben lösen sich auch in Alkohol, welcher dabei den Geruch nach Aldehyd annimmt, endlich in Aether. Die *in vacuo* getrocknete Verbindung schmilzt bei 100°; bei höherer Temperatur verflüchtigt sie sich unter theilweiser Zersetzung. Die Analyse charakterisirt die Substanz als Acetdibromamid oder Acetyldibromstickstoff:



$$C_2H_3Br_2NO = (C_2H_3O)NBr_2.$$

	Theorie.		Versuch.	
C_2	24	11.06	10.99	—
H_3	3	1.38	1.59	—
Br_2	160	73.74	—	73.98
N	14	6.44	—	—
O	16	7.38	—	—
	217	100.00.		

Mit Wasser gekocht, verwandelt sich das Dibromid unter Bildung von unterbromiger Säure zunächst in Monobromamid und schliesslich in Acetamid.

Salzsäure veranlasst unter Bromentwickelung den Übergang in Monochloramid, welches seinerseits durch die weitere Einwirkung der Salzsäure in Acetamid zurückgeführt wird. (Vergl. S. 253.)

Behandelt man das Dibromamid mit einem Überschusse von Alkali, so erfolgt eine stürmische Gasentwickelung; offenbar wird zunächst unterbromigsaures Salz und Acetamid gebildet, letzteres aber weiter in Essigsäure und Ammoniak verwandelt, dessen Stickstoff durch die unterbromige Säure in Freiheit gesetzt wird. Die Lösung enthält schliesslich essigsaures und unterbromigsaures, hat man erwärmt, endlich bromsaures Alkali.

Das Ergebniss der Analyse findet eine willkommene Bestätigung in dem Verhalten des Acetdibromamids unter dem Einflusse des Acetamids. Beim Vermischen molecularer Quantitäten beider Verbindungen entsteht reines Monobromamid:



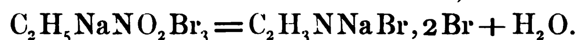
$$(C_2H_3O)NBr_2 + (C_2H_3O)NH_2 = 2[C_2H_3ONHBr].$$

Das Acetdibromamid lässt sich noch auf einem anderen Wege direct aus dem Acetamid gewinnen.

Wenn ich oben (vergl. S. 251) für die Darstellung des Acetmonobromamids angegeben habe, dass die Mischung von Acetamid und Brom mit Kalihydrat versetzt werden solle, so ist dies nicht ohne Absicht geschehen. Wendet man statt des Kalihydrats Natronhydrat an, so gelingt der Versuch nur unter gewissen Voraussetzungen, nämlich wenn man in verdünnter Lösung arbeitet. Alsdann entsteht bei Anwendung von 1 Mol. Acetamid, 1 Mol. Brom und 1 Mol. Natriumhydroxyd genau wie bei der Einwirkung von Kalihydrat 1 Mol. Acetmonobromamid, 1 Mol. Bromnatrium und 1 Mol. Wasser. Die Acetverbindung bleibt aber in diesem Falle in der Flüssigkeit gelöst und kann nur durch Ausschütteln mit Aether aus derselben gewonnen werden, wobei begreiflich ganz erhebliche Verluste entstehen.

Bromverbindung des Acetnatriumbromamids. Arbeitet man dagegen mit concentrirter Natronlauge, so nimmt der Process einen sehr

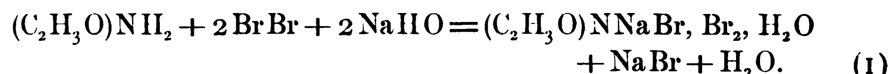
wesentlich verschiedenen Verlauf. Es scheidet sich nunmehr, sobald die Mischung von Acetamid und Brom auf Zusatz von Natronlauge anfängt gelb zu werden, eine aus rectangulären Platten bestehende Krystallmasse aus, welche auch im trockenen Zustande eine schwach gelbliche Färbung besitzt. Durch Absaugen und scharfes Pressen wird diese Substanz rein gewonnen. Das nähere Studium dieses Körpers zeigt, dass unter den obwaltenden Umständen nur ein Theil des Acetamids in Wirksamkeit getreten ist. Die Analyse lässt den Körper, um den es sich hier handelt, als Acetamid erscheinen, in dessen Amidgruppe 1 At. Natrium und 1 At. Brom eingetreten ist, und welches überdies 1 Mol. Brom addirt hat, als



$$C_2H_5NaNO_2Br_3 = C_2H_3NNaBr, 2Br + H_2O.$$

	Theorie.		Versuch.				
C_2	24	7.10	7.40	—	—	—	—
H_5	5	1.48	1.73	—	—	—	—
Na	23	6.80	—	7.12	701	—	—
N	14	4.15	—	—	—	—	—
O_2	32	9.47	—	—	—	—	—
Br_3	240	71.00	—	—	—	70.96	71.17
	338	100.00.					

Hiernach würde diese sonderbare Verbindung durch Wechselwirkung zwischen 1 Mol. Acetamid, 2 Mol. Brom und 2 Mol. Natronhydrat entstehen:



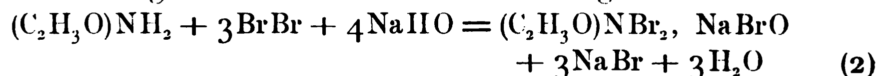
$$(C_2H_3O)NH_2 + 2BrBr + 2NaHO = (C_2H_3O)NNaBr, Br_2, H_2O + NaBr + H_2O. \quad (1)$$

Die oben verzeichneten analytischen Ergebnisse entsprechen indessen auch einer Verbindung von 1 Mol. Acetdibromamid und 1 Mol. unterbromigsauren Natriums:



$$(C_2H_3O)NBr_2, NaBrO.$$

Diese Verbindung würde sich nach der Gleichung



$$(C_2H_3O)NH_2 + 3BrBr + 4NaHO = (C_2H_3O)NBr_2, NaBrO + 3NaBr + 3H_2O \quad (2)$$

bilden.

Um zwischen diesen beiden Formeln zu entscheiden, wurde im Sinne der ersten Gleichung (1) 1 g Acetamid mit 5.4 g Brom gemischt und die Mischung mit einer 10 g Natronhydrat in 100 ccm enthaltenden Natronlauge versetzt. Bis zur Gelbfärbung waren 14.5—15 ccm der Lauge erforderlich; die Theorie verlangt 13.5 ccm. Das ausgeschiedene Salz betrug 79 Procent der theoretischen Ausbeute. Als man dann in einem anderen Versuche im Sinne der zweiten Gleichung (2) 1 g Acetamid mit 8 g Brom mischte und mit der Natronlauge bis zum Verschwinden der rothen Färbung sättigte, wurden 50 ccm der Natron-

lauge verbraucht, d. h. genau die Quantität, welche zur Umwandlung der Gesammtmenge des Broms nöthig war. In der That war auch die anfangs in diesem Versuche gebildete kleine Menge Salz unter Gasentwickelung schnell wieder verschwunden.

Diese Ergebnisse sprechen unzweideutig für die erstere Formel. Diese Formel wurde auch noch durch einen synthetischen Versuch bestätigt. Eine wässerige Lösung von Bromamid und Natronhydrat in äquivalenten Mengen wurde mit Brom bis zur schwachen Gelbfärbung versetzt, wodurch sich das Salz alsbald in reinem Zustande ausschied.

Mit einer mässigen Quantität Wasser übergossen löst sich das Dibromid des Natriumbromamids zu einer klaren Flüssigkeit, welche indessen schon nach wenigen Augenblicken zu einem Haufwerk gelber Krystallnadeln des Dibromids erstarrt, indem Wasser und Bromnatrium aus dem Molecule austreten. Man erhält auf diese Weise das Dibromid leicht rein; die Ausbeute ist aber keineswegs eine der theoretischen sich nähernde; ein Theil desselben erleidet unter dem Einflusse des Wassers die schon oben (vergl. S. 257) angedeuteten Veränderungen.

Es versteht sich von selbst, dass man das Dibromamid auch alsbald direct aus dem Acetamid erhält, wenn man dieses so behandelt, als ob man es in die Natriumverbindung überführen wollte, nur mit dem Unterschiede, dass man in verdünnter Lösung arbeitet.

Schliesslich ist es mir ebenso Pflicht wie Bedürfniss, Hrn. FRANZ MYLIUS für die Ausdauer, Sachkenntniss und Geschicklichkeit zu danken, mit denen er für die Förderung der in den vorstehenden Mittheilungen dargelegten Untersuchungen eingetreten ist.

Ausgegeben am 9. März.

1882.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

9. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Vahlen las über zwei Elegien des Propertius. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. Waitz legte in Abwesenheit des Hrn. Mommsen den neusten Band der von diesem geleiteten Abtheilung der Monumenta Germaniae (V, 1) vor, der die sehnlich erwartete Ausgabe von des Jordanes Römischer und Gothischer Geschichte von Hrn. Mommsen selbst bearbeitet enthält.

3. Hr. W. Peters theilte einen Auszug aus einem Briefe des Dr. O. Finsch vom 2. und 8. Januar d. J. von Thursday Island (Torres-Strasse) mit. Er sendet das Verzeichniss einer in der Torres-Strasse und auf Cap York gemachten zoologischen Sammlung, der achten dieser Art, welche er vor seiner Abreise nach Neu-Guinea abgesandt hat. Zugleich bemerkt er, dass er während seiner Reise von zwei Jahren, acht Monaten und zehn Tagen, von denen ihm bei einer Seereise von 25000 Seemeilen nur ein Jahr acht Monate Landaufenthalt blieben, 274 Menschenschädel, 154 Gypsmasken, 3500 ethnographische und an 40000 zoologische Gegenstände (einschliesslich

1000 Pflanzen und 310 Mineralien) eingesandt und reiche Notizen über Anthropologie und Zoologie gemacht habe.

4. Ein Ministerial-Schreiben zeigt die Genehmigung der durch die philosophisch-historische Classe der Weidmann'schen Buchhandlung hierselbst zur Herausgabe des zweiten Bandes der althochdeutschen Glossen des Prof. STEINMEYER und des Dr. SIEVERS bewilligten Beihülfe von 2000 Mark an.

Über zwei Elegien des Propertius.

Von J. Vahlen.

An die im Monatsbericht vom Jahre 1881 S. 335 abgedruckten 'Beiträge zur Berichtigung der Elegien des Propertius' erlaube ich mir heute einige weitere Mittheilungen über denselben Dichter anzuschliessen. Die dortige Betrachtung schloss mit der Erörterung zweier Gedichte, in welchen je ein Distichon von seinem Platze gerückt schien: an diese reihe ich hier zunächst die Besprechung einer Elegie, in der eine Versumstellung, wie ich glaube, nicht mit dem gewünschten Erfolge versucht worden: 1, 8. Es ist Winter: Cynthia hat die Absicht, an der Seite eines Rivalen des Properz nach Illyrien zu reisen. Der Dichter räth ab:

Tune igitur demens, nec te mea cura moratur?
  An tibi sum gelida vilior Illyria,
Et tibi iam tanti quicumque est iste videtur
  Ut sine me vento quolibet ire velis?
Tune audire potes vesani murmura ponti
  Fortis, et in dura nave iacere potes?
Tu pedibus teneris positas fulcire ruinas,
  Tu potes insolitas, Cynthia, ferre nives?

Das Kolon ist rund geschlossen. 'Du kannst bei solchen Stürmen die Seefahrt nicht unternehmen: Illyrien ist kein Aufenthalt für dich zur Winterszeit.' Und diesen Gedanken nimmt der zweite Abschnitt zur Voraussetzung, der, wie jener in einer Reihenfolge gleichartiger Fragen, so dieser in einer Reihenfolge von Wünschen sich ergeht.

O utinam hibernae duplicentur tempora brumae,
  Et sit iners tardis navita Vergiliis,
Nec tibi Tyrrhena solvatur funis harena,
  Neve inimica meas elevet aura preces,
Atque ego non videam tales subsidere ventos,
  Cum tibi provectas auferet unda rates,
Et me defixum vacua patiatur in ora
  Crudelem infesta saepe vocare manu.

Grundlage und Fortschritt vom Ersten zum Zweiten sind gleich deutlich. Du kannst zur Winterszeit nicht reisen. 'Möge der Winter sich verdoppeln, möge der Aufgang der Vergilien (welcher die Eröffnung der Schiffahrt ankündigt) sich verziehen, möge kein Schiffer dein Fahrzeug vom Tyrrhenischen Strande stossen, und es nicht geschehen, dass ich, wenn du absegelst, am einsamen Gestade zurückbleiben muss.' Und leicht empfindet man, wie das Bild von dem am öden Ufer zurückgelassenen Dichter dem Ganzen einen gefälligen und wirksamen Abschluss verleiht. Aber hier haben sich nicht ohne Grund Bedenken der Kritiker an das Distichon 13. 14 *Atque ego non videam tales subsidere ventos, Cum tibi provectas auferet unda rates* geheftet, und Scaliger zuerst, dann von Neuem Fr. Jacob haben die Umstellung desselben hinter das nächste Verspaar gerathen, und in dieser Abfolge sind die Verse in Haupt's Ausgaben, auch der vierten vom Jahre 1879, gedruckt:

Nec tibi Tyrrhena solvatur funis harena,
  Neve inimica meas elevet aura preces,
15 Et me defixum vacua patiatur in ora
  Crudelem infesta saepe vocare manu.
13 Atque ego non videam tales subsidere ventos,
  Cum tibi provectas auferet unda rates.

Wir verschmerzen einen Augenblick den Verlust, dass, was eben gefälliger Abschluss dieser Gedankenreihe erschien, durch diese Neuerung dem Gedichte entzogen ist, und heben zu Gunsten derselben den bequemen grammatischen Anschluss hervor, den sie herbeigeführt hat. Denn sprachlich verbinden sich gut die Sätze *neve inimica meas elevet aura preces Et me defixum vacua patiatur in ora Crudelem infesta saepe vocare manu,* und wird, was ohne Tadel, der *inimica aura* beides, *elevet preces* und *me defixum vacua patiatur in ora vocare* zugetheilt. Und selbst Lachmann's Anstoss an *patiatur,* an dessen Stelle er ein Verbum des Zwingens begehrte, dürfte sich nicht bewähren, *patiatur* vielmehr hier in ähnlichem Sinne gesetzt sein, wie 1, 16, 38 *Te non ulla meae laesit petulantia linguae . . Ut me tam longa raucum patiare querella Sollicitas trivio pervigilare moras.* Aber das wollen wir nicht übersehen, dass in dieser Verbindung ein kaum entbehrlicher Mittelgedanke unausgedrückt geblieben ist: denn gemeint ist 'Möge kein feindseliger Windhauch meine Bitten verwehen und *wenn du absegelst* mich am einsamen Strande festgebannt dich grausame rufen lassen.' Doch mehr Zweifel erregt das Distichon, welches jetzt die Versreihe beschliesst *Atque ego non videam tales subsidere ventos Cum tibi provectas auferet unda rates.* Denn da die Satzform *cum . . auferet* nur streng temporalen Sinn gestattet, so ergiebt sich als Wunsch

des Dichters, dass, wenn Cynthia reist, die jetzt wehenden ungünstigen Winde sich nicht legen mögen. Aber zu geschweigen, dass in kaum begreiflichem Umspringen der Empfindung das nächstfolgende Distichon der Cynthia eine glückliche Fahrt wünscht *(Sed quocumque modo de me, periura, mereris Sit Galatea tuae non aliena viae)*, der Gedanke selbst widerstrebt der nicht verkennbaren Absicht dieses Abschnittes, welcher in parallelen Wendungen den einen Wunsch des Dichters zum Ausdruck bringt, dass alle Hindernisse sich vereinigen mögen, die Abreise zu vereiteln. Dieser kritische Versuch also, bei welchem ein kleiner Vortheil durch grössere Nachtheile aufgewogen wird, erzeugt nicht die Befriedigung eines sicheren Ergebnisses, und er wäre aufzugeben, auch wenn andere Hülfe sich nicht böte. Werfen wir den Blick zurück auf die überlieferte Reihenfolge, so zeigt sich bald, dass der in dem Hexameter (13) *Atque ego non videam tales subsidere ventos* ausgesprochene Wunsch gleichartig den vorangegangenen sich anreiht: 'Möge kein feindseliger Windhauch mein Gebet verwehen und ich nicht sehen, dass solche Winde (wie jetzt stürmen) sich legen.' Aber nicht minder leuchtet ein, dass der Pentameter (14) *Cum tibi provectas auferet unda rates*, wenn er in der allein möglichen Auffassung mit jenem Vers in Verbindung gebracht wird, die Absicht zerstört, während hinwiederum eben dieser Vers den Gedanken enthält, den wir zur Vervollständigung der Vorstellung von dem am Gestade zurückbleibenden Dichter vermissten. Demnach erübrigt nichts, als die grammatische Verknüpfung dieses Verses nicht mit dem vorangegangenen, sondern mit dem nachfolgenden herzustellen. Dies gelingt durch Aenderung Eines Buchstabens: nicht *Et*, sondern *Ut* schrieb Properz.

Nec tibi Tyrrhena solvatur funis harena,
  Neve inimica meas elevet aura preces,
Atque ego non videam tales subsidere ventos,
  Cum tibi provectas auferet unda rates,
UT me defixum vacua patiatur in ora
  Crudelem infesta saepe vocare manu.

d. i. *Atque ego non videam tales ventos subsidere, ut cum unda tibi provectas rates auferet me defixum in ora patiatur crudelem saepe vocare.* An *Ut* hatten schon Frühere gedacht, aber in anderer Verbindung oder mit weiteren Aenderungen, so dass von nachfolgenden Kritikern keiner davon Gebrauch gemacht hat und die Vermuthung in Vergessenheit gesunken ist. Um sie aber zu sichern vor etwa sich nachdrängenden Bedenken, sei Folgendes bemerkt. Dass der in den Satz mit *Ut* gehörige Temporalsatz *Cum auferet* jenem vorangeht, ist nicht poetische Freiheit, sondern eine lateinischer Rede überhaupt mögliche

Form der Satzbildung: *simulque ab iis petiit, si forte maiore esset periculo, ut sibi faterentur* (Nepos); *Arethusa suo mittit mandata Lycotae, Cum totiens absis, si potes esse meus* (Properz); *si non audires, ut saltem cernere posses, Iactatae late signa dedere manus* (Ovid). *Ut* selbst aber ist Finalpartikel, indem, was Erfolg ist oder werden könnte, in die Form der Absicht gekleidet wird, wie Propertius schreibt 3, 16, 6 *obductis committam mene tenebris, Ut timeam audaces in mea membra manus?* und Juvenal 7, 29 *facis in parva sublimia carmina cella, Ut dignus venias hederis et imagine macra.* Beides vereint Propertius 2, 23, 7 *Ingenuus quisquam alterius dat munera servo, Ut promissa suae verba ferat dominae, Et quaerit totiens 'quaenam nunc porticus illam Integit?' et 'campo quo movet illa pedes?', Deinde,* ubi *pertuleris quos dicit fama labores Herculis,* ut *scribat 'muneris ecquid habes?', Cernere* uti *possis vultum custodis amari —?* So mit *Ut* in unserem Gedicht: 'Möge ich nicht sehen, dass solche Winde sich legen, damit das der Erfolg sei, dass, wenn dich dein Fahrzeug davon trägt, ich am Ufer gebannt, dir nur nachrufen könnte.'

Meine Absicht war nur, jene Umstellung, wenn möglich, zu beseitigen: doch begleite ich den Dichter noch einige Schritte weiter bis zum Abschluss der Elegie, zugleich dem Zwecke dieser Mittheilungen entsprechend, Rechenschaft zu geben über meine Revision der Haupt'schen Elegiker. Wenn Propertius fortfährt

17 Sed quocumque modo de me, periura, mereris,
Sit Galatea tuae non aliena viae,
Ut te felici praevecta Ceraunia remo
20 Accipiat placidis Oricos aequoribus.
Nam me non ullae poterunt corrumpere taedae,
Quin ego vita tuo limine verba querar:
Nec me deficiet nautas rogitare citatos
'Dicite, quo portu clausa puella mea est?'
Et dicam 'licet Autariis considat in oris,
Et licet Hylleis, illa futura mea est.'

so heben sich diese Verse als ein drittes Kolon von den beiden vorangegangenen ebenso ersichtlich ab, wie diese unter sich gesondert und zugleich verknüpft erschienen. 'Aber dennoch, *wenn du segelst,* möge dir, so wenig du es um mich verdienst, Galatea günstig sein, damit du ohne Fährlichkeit dein Ziel erreichest. Denn treu gesinnt bleibe ich dir immer.' '*Wenn du segelst*' sage ich: denn diese nicht ausgesprochene Bedingung mitzudenken, gebietet der Gedankenfortschritt, und lasse man sich nicht täuschen durch das zwischengestellte *quocumque modo de me, periura, mereris,* das diesen Gedanken nicht enthält, sondern den im Pentameter ausgedrückten Wunsch durch den

Gegensatz zu heben bestimmt ist: 'wenn du reisest, wünsche ich, so wenig du es um mich verdienst, dass Galatea deiner Fahrt nicht abgeneigt sei.' Propertius' Gedanke ist demnach derselbe, den Ovidius in einem überall aus Nachahmung dieser Elegie gezogenen Gedichte vollständiger so ausgedrückt hat, Amor. 2, 11, 33 (nach breiter ausgeführten Abmahnungen an Corinna, sich den Beschwerden einer Meerfahrt auszusetzen)

At si vana ferunt volucres mea dicta procellae,
  Aequa tamen puppi sit Galatea tuae.

Tibull lässt 1, 4 den Priapus auf die Frage des Dichters *quae tua formosos cepit sollertia?* vorab die Abmahnung aussprechen, sich mit Knaben einzulassen:

O fuge te tenerae puerorum credere turbae:
  Nam causam iusti semper amoris habent.
Hic placet, angustis quod equum compescit habenis:
  Hic placidam niveo pectore pellit aquam:
Hic, quia fortis adest audacia, cepit: at illi
  Virgineus teneras stat pudor ante genas.

und fährt dann fort:

Sed, ne te capiant, primo si forte negabit,
  Taedia: paullatim sub iuga colla dabit:
Longa dies homini docuit parere leones — —

Es war kein glücklicher Erklärungsversuch, den mit *Sed* eingeführten Gegensatz an das letzt vorangegangene *at illi Virgineus teneras stat pudor ante genas*, das nur ein Glied ist in der geschilderten Mannigfaltigkeit der Reize der Knaben, anzuschliessen, wie wenn es sich um diesen allein und nicht, wohin gleicherweise Frage des Dichters und Antwort des Gottes zielte, um Gewinnung der Knaben überhaupt gehandelt hätte. Daher diese von Mehreren gebilligte Deutung der Absicht des Dichters zuwiderläuft und der Composition des Gedichtes, das im Uebrigen von Anfang bis zu Ende die Fugen der Gedankenbewegung in durchsichtiger Klarheit erkennen lässt, an dieser Stelle nicht unerheblichen Schaden bringt: ich halte fest an der im Monatsbericht 1878 S. 347 entwickelten Ansicht, dass die Gedankenwendung an diesem Punkte die sei, der ich durch *Sin* für *Sed* schärferen Ausdruck zu geben versucht habe ('Lass dich mit Knaben nicht ein. Wenn aber doch, so möge, wenn einer nicht gleich sich fügt, nicht Ueberdruss dich beschleichen: die Zeit bringt, was der Augenblick versagt'), räume aber ein, dass die adversative Kraft der Partikel *Sed* die vermisste Bedingung mit einzuschliessen ausreichend war, hier wie in dem Vers des Propertius, und erinnere daran, dass auch *Aut* mitunter mehr enthält als die Partikel besagt: *Crudeles somni*, klagt

Ovids verlassene Ariadne, *quid me tenuistis inertem? Aut semel aeterna nocte premenda fui:* 'Grausamer Schlaf, was fesseltest du mich? Oder (wenn schon) hätte ewige Nacht mich decken sollen.'*)

In den nächstfolgenden Versen hat der an *te* geschlossene Vocativ *felici praevecta Ceraunia remo* die Kritik von jeher beunruhigt, und hat verschiedene Abänderungsvorschläge veranlasst, unter denen Lachmann's *Vites* für *Ut te* sich am meisten empfohlen hat, das folgende Reihe ergiebt:

17 Sed quocumque modo de me, periura, mereris,
Sit Galatea tuae non aliena viae,
Vites felici praevecta Ceraunia remo,
Accipiat placidis Oricos aequoribus.

Allein so angemessen *vites praevecta Ceraunia* sich verbindet, die Zertheilung der Rede in drei parallele Sätze erreicht die Wirkung nicht, welche die geschlossene Zusammenfassung einheitlicher Satzbildung darbot, die allein dem Gedanken Genüge thut: denn *sit Galatea tuae non aliena viae* ist nicht Eines neben dem Anderen, sondern ist das Allgemeine, aus welchem das Uebrige resultirt: *sit Galatea non aliena viae tuae, ut te Ceraunia feliciter praevectam Oricos placidis aequoribus accipiat.* Aus diesen Gründen habe ich mich berechtigt gehalten, die von Haupt in seine Ausgaben aufgenommene Conjectur in der vierten zu beseitigen und hege die Meinung, dass dem Propertius die freiere Anwendung des Vocativs in Participialformen, zumal in unmittelbarem Anschluss an das Pronomen *te*, nicht zu entziehen sei. Denn auch 1, 11, 9:

---

*) Ein ähnlich prägnantes *Sed* könnte Juvenal darzubieten scheinen 7, 32

22 Si qua aliunde putas rerum expectanda tuarum
Praesidia, atque ideo croceae membrana tabellae
Impletur . . .
Frange miser calamos vigilataque proelia dele,
Qui facis in parva sublimia carmina cella,
Ut dignus venias hederis et imagine macra.
Spes nulla ulterior: didicit iam dives avarus
Tantum admirari, tantum laudare disertos,
Ut pueri Iunonis avem. Sed defluit aetas
Et pelagi patiens et cassidis atque ligonis.

'Lass das Dichten, es ist nichts weiter dabei zu erhoffen als ein mageres Bildniss. Wenn aber doch, so entflieht dir das kräftige Alter, das zu besserem zu gebrauchen.' Allein ich zweifle, ob dies die Absicht des Dichters gewesen, und vermuthe, es sei mit geänderter Interpunction andere Verbindung der Sätze herzustellen:

Spes nulla ulterior: didicit iam dives avarus
Tantum admirari, tantum laudare disertos,
Ut pueri Iunonis avem: sed defluit aetas —

'Es ist nichts weiter zu hoffen (denn der reiche Geizhals weiss nur zu bewundern und zu preisen), sondern es entflieht nur die kräftige Zeit, die anderes zu ergreifen gestattete.'

Atque utinam mage te remis confisa minutis
Parvula Lucrina cymba moretur aqua,

ergiebt die sprachlich mögliche Verbindung *remis confisa minutis parvula cymba* eine klumpige Ueberladung auf der einen Seite, während *parvula cymba* und hinwiederum *te remis confisa minutis* ein fein abgemessenes Gleichgewicht poetischer Diction erzeugt, das höher gelten muss, als die grammatische Form, bei einem Dichter zumal, wie Properz, dessen Kühnheit nicht selten der Sprache Gewalt anthut. Und gewagter ist jenes nicht, als umgekehrt 2, 6, 20

Cur exempla petam Graium? tu criminis auctor,
Nutritus durae Romule lacte lupae,

nutritus für *nutrite*. Ueber diese Vertauschung der Casus, die mehrere Varietäten aufweist, haben die Interpreten geredet, zu Propertius, zu Tibullus 1, 7, 53 *Sic venias hodierne;* und füge ich aus Ovid, was bisher übersehen worden, hinzu, Ars am. 1, 145

Cuius equi veniant, facito studiose requiras;

Metam. 10, 196

Laberis, Oebalide, prima fraudate iuventa;

Heroid. 10, 6

In quo me somnusque meus male prodidit et tu
Per facinus somnis insidiate meis.

Denn verstanden ward *studiosus requiras* (wie 154 *sedulus effer*); *laberis* (du stirbst, Met. 7, 858) *fraudatus iuventa; somnus me prodidit et tu insidiatus somno prodidisti.* Je mehr aber ersichtlich ist, dass die Dichter in mannigfaltigen Weisen auch gegen die strenge Gedankenforderung den Vocativ, wo seine Form dem Verse sich bequemte, eintreten lassen, um so weniger darf man sich berechtigt halten, dem Propertius die analoge Freiheit in Satzbildungen, wie die erwähnten, abzusprechen.

Auch das nächste Distichon ist den Vermuthungen der Kritiker nicht entgangen, dessen Form im Uebrigen Lachmann überzeugend festgestellt und treffend erläutert hat; nur *verba querar* befriedigte auch ihn nicht, und er änderte nicht dieses, das durch Beispiele des Propertius selbst gesichert ist, sondern aus *vita* gewann er dem inhaltleeren Nomen das Epitheton *fida*:

Nam me non ullae poterunt corrumpere taedae,
Quin ego fida tuo limine verba querar.

Der Ausdruck ist untadelig und kein Verständiger wird an die Aenderung, welche *fida* aus *vita* herstellt, ein palaeographisches Bedenken heften (vgl. Haupt Opp. 3, 516). Allein da *vita* als schmeichelnde Anrede, wie sie auch sonst dem Propertius geläufig ist, an dieser Stelle nicht ohne fühlbare Wirkung ist, so bleibt der Zweifel,

ob alleinstehendes *verba querar* mit Grund verworfen worden: seltsam, nach unserem Maassstab, erscheint auch 2, 15, 3 *quam multa adposita narramus verba lucerna;* wer möchte nicht *verba* entbehren? und 4, 1, 134 (Apollo) *vetat insano verba tonare foro,* giebt das Nomen dem nicht bloss hier von der Beredsamkeit gebrauchten Verbum nichts Wesentliches hinzu. Sollte es unstatthaft sein, dass auch *verba* zu *queri* gefügt, seinen Inhalt aus diesem zöge?

Wir sind am Ende: denn über die geographischen Namen im letzten Distichon, welche Lachmann glücklich hergestellt hat (s. Haupt Opp. 3, 332, Belger M. Haupt S. 254), habe ich nichts hinzuzufügen. Und blicken wir zurück, so haben wir ein geschlossenes Gedicht von einfacher Anlage, dessen dreigliederige Anordnung sich aus der Gedankenfolge von selbst ergeben hat; und wer an äusserer Symmetrie Gefallen findet, obwohl ich darin berechnende Absicht des Dichters nicht erkennen kann, wird an einem Zahlenverhältniss 8 : 8 : 10 nicht zu mäkeln haben.*) Der Schluss aber ist fein empfunden und in anmuthiger Lebendigkeit geformt; und wir gönnen es dem Dichter, dass er mit seinem einschmeichelnden Lied den Erfolg erzielt hat, den das folgende Gedicht in lautem Jubel verkündigt. Diese Elegie (8b), in den Handschriften mit den vorangehenden Versen in Eins verbunden, ist keine Fortsetzung der achten, ist aber auch nicht von solcher Selbständigkeit, dass sie ohne die Unterlage jener für sich verständlich wäre, und Lachmann hat in dem Druck von 1829 zwar fortlaufende Reihe hergestellt, doch so, dass er die erste Elegie (V. 1—26) durch Anführungszeichen gleichsam als Text der folgenden von dieser abgesondert hat. Propertius hat mehrfach von dieser Art der Composition Gebrauch gemacht, welche die Herausgeber nicht ohne Grund in Zweifel setzt, wo sie trennen, wo zusammenfassen sollen. So sind, um dies Beispiel zu erwähnen, im zweiten Buch die drei Gedichte, welche die Herausgeber als 28, 28b, 28c bezeichnen, zwar nicht zu dem geschlossenen Ganzen Eines Gedichtes zusammenzufügen (wie in den Handschriften geschieht), spinnen aber in stetig fortschreitender Situation denselben Faden weiter, so dass sie ebensowenig als frei für sich stehende Elegien angesehen sein wollen. Und ähnlich sind in Ovids Amores 2, 13 und 14 componirt, so dass das Schlussdistichon der ersten gleichsam das Thema der zweiten Elegie bezeichnet und die Fuge bildet, welche die beiden Gedichte trennt und verbindet.

Wenn Propertius die erzielte Wirkung (8b, 40) *blandi carminis obsequio* zu verdanken schreibt, so trifft der Ausdruck die Anlage der

---

*) Etwas anders ordnet Hr. Müllenhoff (Kieler Monatsschr. 1854 S. 193), der übrigens gegen die Umstellung von V. 13 . 14 sich mit Recht erklärt, wiewohl seine eigene Deutung der überlieferten Versfolge vielleicht auch ihn selbst nicht voll befriedigt.

ersten Elegie genau, die mit Ungestüm anhob, die beabsichtigte Reise widerrathend und ihrer Ausführung alle Hindernisse wünschend, dann aber umbiegend mit einem 'Glück zur Reise' und der frohen Hoffnung auf Wiedersehen abschloss. Denn das ist *obsequium*, die Weise dessen, der sich zu fügen versteht, wo er mit Leidenschaft durchzudringen nicht hoffen darf, wie Ovid den Begriff in anschaulichen Gleichnissen ausgelegt hat, Ars 2, 177

Si nec blanda satis nec erit tibi comis amanti,
  Perfer et obdura: postmodo mitis erit.
Flectitur obsequio curvatus ab arbore ramus:
  Frangis, si vires experiere tuas.
Obsequio tranantur aquae; nec vincere possis
  Flumina, si contra quam rapit unda nates.
Obsequium tigrisque domat Numidasque leones.

Noch in einem zweiten Gedicht versuche ich der überlieferten Versfolge mich anzunehmen, welche Lachmann abgeändert hat: 2, 1.

Quaeritis, unde mihi totiens scribantur amores,
  Unde meus veniat mollis in ora liber.
Non haec Calliope, non haec mihi cantat Apollo:
  Ingenium nobis ipsa puella facit.
Sive illam Cois fulgentem incedere cogis,
  Hoc totum e Coa veste volumen erit:
Seu vidi ad frontem sparsos errare capillos,
  Gaudet laudatis ire superba comis:
Sive lyrae carmen digitis percussit eburnis,
  Miramur, facilis ut premat arte manus:
Seu cum poscentes somnum declinat ocellos,
  Invenio causas mille poeta novas:
Seu nuda erepto mecum luctatur amictu,
  Tum vero longas condimus Iliadas:
Seu quidquid fecit sive est quodcumque locuta,
  Maxima de nihilo nascitur historia.

Die Bedenken, welche *cogis* V. 5 schon älteren Interpreten verursacht hatte, hat Lachmann zu heben geglaubt durch die Schreibung *Cois fulgentem incedere coccis*, dem Horatius' *Coae purpurae* (C. 4, 13, 13) erläuternd an die Seite treten. Niemand wird der Vermuthung das Lob einer scharfsinnigen versagen, in dem Sinne, den Lachmann selbst bezeichnet, wenn er in seinem kritischen Beitrag zu Ulpian's Fragmenten (Kl. Schr. S. 217) schreibt: 'Zu bewundernswürdigen Verbesserungen lässt die Trefflichkeit der Vorgänger keinen Raum, und von den meinigen ist auch vielleicht keine einzige scharfsinnig: ich will sagen, sie lassen sich fast alle aus dem Gegebenen rein

heraus rechnen.' Und zöge nicht diese Verbesserung neue Zweifel nach sich, wer wollte sich ihrer bestechenden Wirkung entziehen? Aber Lachmann selbst empfand, bei der hier gewählten künstlichen Satzbildung, könne *incedere*, das jetzt verbindungslos stehende, an dem erst im nächsten Distichon, nach zwischen getretenem Pentameter, folgenden *vidi* (7) nicht hängen, und es ergab sich die Nothwendigkeit, auf eine andere Abfolge der Distichen zu sinnen. Dabei entging seinem methodischen Sinne nicht, dass, wenn eine Umänderung in der bezeugten Folge der Versreihen lediglich durch jene Vermuthung bedingt sei, diese Gefahr laufe, ihre Wahrscheinlichkeit einzubüssen. Denn so wenig es manche Kritiker zu begreifen scheinen, keine Verbesserung kann Bestand haben, die selbst erst zur Nöthigung wird, an dem zu rütteln, was ohne sie fest stand. Aber Lachmann ersah sich noch einen andern, von jenem Vers unabhängigen, Grund, der eine Verwirrung der ursprünglichen Ordnung erkennen lasse. Das Distichon 11.12 *Seu cum poscentes somnum declinat ocellos, Invenio causas mille poeta novas*, ergäbe den beabsichtigten Gedanken, nur wenn *Seu (vidi) cum declinat ocellos* verstanden werde, weil sonst lateinische Redeweise die hier unzulässige Verbindung *Seu invenio, cum declinat* erzwinge; die Abhängigkeit aber von dem durch ein Distichon getrennten *vidi* sei in der gegenwärtigen Reihenfolge nicht möglich. Auf Grund dieser beiderseitigen Erwägungen schloss Lachmann, dass die überlieferte Reihe der gleichartig gebauten, mit *sive (seu)* eingeführten Sätze die von Propertius herrührende nicht sei, und nachdem er die verschiedenen möglichen Anordnungen durchversucht, blieb er bei der Annahme stehen, dass die Distichen 5.6 und 9.10 ihre Plätze tauschen müssten, und die ursprüngliche Schreibung und Reihenfolge diese sei:

Ingenium nobis ipsa puella facit.
9 Sive lyrae carmen digitis percussit eburnis,
Miramur, facilis ut premat arte manus.
7 Seu vidi ad frontem sparsos errare capillos,
Gaudet laudatis ire superba comis;
5 Sive illam Cois fulgentem incedere coccis,
Hoc totum in Coa veste volumen erit;
11 Seu cum poscentis somnum declinat ocellos,
Invenio causas mille poeta novas.
13 Seu nuda erepto mecum luctatur amictu,
Tum vero magnas condimus Iliadas.

Wie sehr sich Lachmann dieses Ergebnisses freute, fühlt man den Worten an, mit denen er seine Erörterung beschliesst: *hoc ordine positis versibus mira est in singulis vocabulis orationis elegantia. Tute*

ipse considera; nam nobis alio properandum est. Und es hat ihm an Beifall nicht gefehlt: selbst Hertzberg, selten zufrieden mit Lachmann's Neuerungen, zollt dieser unverholen seine bewundernde Beistimmung; und Haupt nahm die Herstellung als zuverlässig in seine Ausgaben auf.*) Dennoch wage ich den Versuch, das scharfsinnig ersonnene Gewebe aufzutrennen, wäre es auch nur, die für endgültig genommene Entscheidung erneuter Prüfung anheimzugeben.

Wenn ich, absehend von den grammatischen Fragen, welche bestimmend geworden sind, mich rein dem Eindruck der Gedankenfolge überlasse, welche die Ueberlieferung darbietet, so kann ich mich der Empfindung nicht entziehen, dass diese sinnreicher ausgedacht und den Absichten des Dichters besser entsprechend sei, als die von Lachmann geneuerte Abfolge, die weder im Ganzen noch wenn man Hexameter und Pentameter für sich in ihren Fortschritten in's Auge fasst, mit jener den Vergleich aushält. Aber lebendige Nachempfindung eines poetischen Gedankenausdrucks, so sehr sie die unerlässliche Vorbedingung jeder erfolgreichen Dichtererklärung ist, wird doch Niemand, auch wo sie nicht trügerisch ist, als Beweis und Widerlegung gelten lassen. Treten wir aber der sprachlichen Form näher, so gebietet der methodische Zusammenhang der Fragen, von dem Distichon 11.12 *Seu cum poscentes somnum declinat ocellos, Invenio* — auszugehen. Lachmann sagt, es ist *vidi cum* zu denken, das an dieser Stelle aus V. 7 nicht gedacht werden kann. Properz pflegt zwar mitunter, unbekümmert um ein zwischengestelltes andersgeartetes Verbum, die Rede an einem früheren fortzuleiten, wie 3, 3, 42 ff.

Nil tibi sit rauco praeconia classica cornu
  Flare, nec Aonium *tinguere* Marte nemus,
Aut quibus in campis Mariano proelia signo
  Stent et Teutonicas Roma refringat opes.

oder 3, 4, 15 ff.

Inque sinu carae nixus *spectare* puellae
  Incipiam, et titulis oppida capta *legam*,
Tela fugacis equi et braccati militis arcus
  Et subter captos arma sedere duces.

oder 3, 5, 40 ff., und 3, 6, 11

Nec speculum strato *vidisti*, Lygdame, lecto?
  Ornabat niveas nullane gemma manus?

*) Und ich habe sie in der vierten beibehalten, meine schon damals gehegten Zweifel über die Richtigkeit einstweilen unterdrückend (Monatsber. 1881 S. 335). Vielleicht, dass wohlmeinende Beurtheiler der hiesigen Darlegung entnehmen, was mich in diesem Falle abhielt, das was ich für richtig hielt, ohne Gründe, zurückzuführen.

At maestam teneris vestem pendere lacertis,
Scriniaque ad lecti clausa iacere pedes?

Allein diese und ähnliche Beispiele können die Kühnheit nicht rechtfertigen, dass *vidi* über ein ganzes Distichon mit selbständigem Satze hinweg noch zu *cum* gedacht werde, zumal *vidi cum declinat* zwar gut lateinische Redeweise ist (*vidi cum monte revulsum scopulum medias permisit in undas* Ovid. Met. 14, 181; *sensi ego cum insidiis pallida vina bibi* Propert. 4, 7, 36; *videmus cum* Lucret. 5, 461, von Lachmann nicht glücklich abgeändert), aber nicht so gewöhnlicher Art, dass diese Verbindung dem Leser von selbst und ohne die Nähe der Zusammenordnung sich leicht aufdrängen würde. Leo's Versuch aber, welcher der überlieferten Versfolge das Wort redet, diesen Anstoss durch Abänderung zu beseitigen (*Seu* compescentes *somnum declinat ocellos*) kann ich für einen glücklichen nicht halten: denn verstehe ich Sinn und Anwendung des Wortes recht, so fügt es sich weder zu *somnum* noch zu *declinat*, und des Dichters Meinung kann doch nur sein, 'sie senkt die Augen, weil sie, müde, Schlaf suchen' (Aen. 4. 185). Aber, behauptet Lachmann, wenn *vidi* nicht ergänzt werden kann, so wird, wer Latein versteht, da *seu cum* zusammen nicht zu einem Verbum gehören kann (S. 260). *Seu invenio, cum declinat*, verbinden, was sinnlos ist: und andere haben die Behauptung wiederholt. Schwerlich dürfte Jemand bei so klarer Anordnung der Gedanken sich in solches Missverständniss verirren, vielmehr, wie nicht leicht ein Leser auf *vidi* zurückgreifen würde, so gewiss jeder Unbefangene, auch wenn er vielleicht über hier abweichend eintretendes *seu cum* statt *seu* sich wundern würde, doch hierin ein neues paralleles Glied in der Gedankenfolge erkennen. Und dabei würde man sich beruhigen müssen, auch wenn ein singuläres *seu cum* statt *seu* in so geformter Rede durch kein weiteres Moment sich sichern liesse. Allein wie erklären wir, was Virgil schreibt (Aen. 6. 880)

non illi se quisquam impune tulisset
Obvius armato, *seu cum* pedes iret in hostem
Seu spumantis equi foderet calcaribus armos:

woran die Interpreten stillschweigend vorübergehen. Wollen wir uns nicht nutzlosen Deuteleien hingeben, werden wir bekennen müssen, dass zu *seu* nichts ergänzt werden kann und *seu cum* den Dienst versieht, dem *seu* allein besser genügt haben würde: *nemo illi impune obvius se tulisset, seu pedes iret in hostem seu eques**). Und Propertius'

*) Wollte man etwa so ergänzen *nemo illi impune obvius se tulisset seu (obvius se tulisset) cum pedes iret in hostem*, würde man den einfachen Gedanken durch eine schwerfällige und unnütze Ueberladung drücken und doch bei dem zweiten *seu* in

Kühnheit ist geringer, der in gleichartiger Reihe nach mehren Gliedern *seu cum* ('oder wenn') statt einfaches *seu* eintreten lässt. In beiden Fällen aber beruht die Abbiegung von der regulären Rede darauf, dass, da die Partikelverbindung *seu-seu* der Gliederung und Verknüpfung der Glieder dient, eine besondere Herausstellung des in ihnen selbst liegenden temporalen Begriffs statthaft schien. Ist aber *seu cum* in dieser Verbindung unverwerflich und kann hieraus eine Verdächtigung der handschriftlichen Versfolge nicht geschöpft werden, so ist die Ordnung der Verse, deren Abänderung auf die Verbesserung *coccis* allein nicht gegründet werden darf, als gesichert zu betrachten, und Lachmann selbst hat vermuthlich diese Neuerung für so verlässlich nicht gehalten, wie seine Verbesserung *coccis*, indem er zwar letztere, nicht aber jene in den Druck von 1829 aufgenommen, obwohl er sich in diesem der Versumstellungen nicht durchaus enthalten hat (vgl. 3, 20, 11). Doch wie dem sei, uns erübrigt zuzusehen, was als ursprüngliche Form des V. 5 zu erkennen sei. Wer Lachmann's Conjectur *(coccis)* schützen will, muss darauf bestehen, dass der frei schwebende Infinitiv *incedere* an dem V. 7 folgenden *vidi* hänge. Und einen Ausdruck wie *Sive illam Cois fulgentem incedere coccis Seu vidi ad frontem sparsos errare capillos* dem Propertius zuzumuthen, wäre keine gewagte Annahme. Allein bei dem hier durchgeführten Satzgebilde, dass den durch *sive-sive* verknüpften Sätzen, nicht dem Sinne der Verbindung gemäss ein für alle gemeinsamer Nachsatz, sondern jedem Gliede sein besonderer gegeben ist*), konnte zwar, wie Lachmann ausführt, der zweite Nachsatz aus dem ersten und der erste aus dem zweiten seine Ergänzung ziehen, in den Vordersätzen aber der zweite aus dem ersten, nicht umgedreht auch der erste aus dem zweiten vervollständigt werden. Lachmann erläutert das Sachverhältniss mit den Ovidischen Versen (Amor. 2, 7, 9)

Sive bonus color *est*, in te quoque frigidus esse,
Seu malus, alterius *dicor* amore mori.

Und gleichen Dienst thun aus desselben Ovid's Rem. am. 165

Sive operam bellis vellet dare, nulla gerebat,
Sive foro, vacuum litibus Argos erat:

neue Schwierigkeit gerathen, und am Ende nichts erreichen, als dass die natürliche und vom Dichter allein beabsichtigte Gliederung *seu pedes iret seu eques* gestört würde.

*) Was ich über diese Satzform gesammelt hatte, finde ich bei Leo Seneca I S. 94 ff. erschöpft und habe wenig nachzutragen: etwa Tac. Dialog. 6, 24 *sive accuratam meditatamque profert orationem, est quoddam sicut ipsius dictionis ita gaudii pondus et constantia, sive novam et recentem curam non sine aliqua trepidatione animi attulerit, ipsa sollicitudo commendat eventum et lenocinatur voluptati.* Quintil. 1, 5, 13 *nam sive est 'adsentior', Sisenna dixit 'adsentio', sive illud verum est, haec quoque pars consensu defenditur,* was auch unrichtig aufgefasst wird; 2, 17, 41.

denn auch hier empfängt *Sive foro* aus dem Vordersatz, *nulla gerebat* aber aus dem Nachsatz den fehlenden Begriff. Aber eine Satzform, wie sie aus Lachmann's Verbesserung hervorgeht,

Sive illam Cois fulgentem incedere coccis,
Hoc totum e Coa veste volumen erit,
Seu vidi ad frontem sparsos errare capillos,
Gaudet laudatis ire superba comis,

scheint durch kein gleichartiges Beispiel belegt werden zu können; und was sich etwa zur Vergleichung darbietet, Ovid Metam. 11, 243

Sed modo tu volucris, volucrem tamen ille tenebat,
Nunc gravis arbor *eras*, haerebat in arbore Peleus,

(denn *eras* gehört auch zu *volucris*); Horaz C. 3, 24, 33 (vgl. 45)

Quid tristes querimoniae,
Si non supplicio culpa reciditur,
Quid leges sine moribus
Vanae *proficiunt*, si neque — —

(worin *proficiunt* auch zu *querimoniae* zu ziehen ist), dieses und was sonst Aehnliches sich anführen liesse, wäre als entfernte Analogie vielleicht genügend, eine überlieferte Satzform jener Art zu schützen, eine durch conjecturale Neuerung geschaffene zu sichern, ist sie nicht ausreichend, und dieser Umstand, den wir nicht mehr missbrauchen werden, die untadelige Reihenfolge der Verse umzudrehen, ist vielmehr geeignet, Verdacht einzuflössen gegen die Richtigkeit der Conjectur, welche diese Schwierigkeit erzeugt, dies um so mehr, da *Cois* auch allein Koisches Gewand bezeichnen konnte (Schrader Emend. S. 113, Huschke Ep. crit. S. 14) und *coccis* einen zwar passenden aber durch nichts geforderten Begriff der Rede einfügt, ja, trügt die Empfindung nicht, allein stehendes *Coa* besser als *Coa cocca* durch *Coa veste* aufgenommen ward (s. die Beispiele bei Schrader a. a. O. Wenn daher das überlieferte *cogis* nicht stehen kann, so fordert vorurtheilsfreie Ueberlegung, das Verbum durch ein anderes zu ersetzen, das der Satzform sich anschmiegt. Und in der That würde, wie Lachmann selbst anerkennt, das in alter Zeit gefundene und später wiederholt aufgelegte *vidi* leicht alle Bedenken beschwichtigen:

Sive illam Cois fulgentem incedere *vidi*,
Hoc totum e Coa veste volumen erit:
Seu vidi ad frontem sparsos errare capillos —

Denn die Wiederholung desselben Verbs, in derselben Form, würde keinen aufmerksamen Leser des Propertius beunruhigen (vgl. z. B. 3, 6, 9 u. 11 *vidisti* an derselben Versstelle); und dass ein praesens eher als ein perfectum begehrt werde, kann ich Hrn. Leo nicht einräumen, dessen Schreibung *Sive illam* video *fulgentem incedere Cois*,

nicht tadelnswerth an sich, auf zu künstlichen Annahmen beruht, als dass ihr leicht Wahrscheinlichkeit beizumessen wäre. Und auch für *vidi* würde, was Lachmann in Abrede stellte, ein Weg, die Vertauschung desselben mit dem weit abliegenden *cogis* zu erklären, sich darbieten*), aber freilich nicht ein so glatter und directer, wie wenn aus *cogis coccis* hergestellt wird. Dass aber, was dem Gedankenausdruck bequem sich fügt, die überlieferten Züge verlässt, was diesen mit spielender Leichtigkeit abgewonnen wird, neue Zweifel aufstört, diese Thatsache legt es nahe, das allein bezeugte *cogis* einem erneuten Verhör zu unterziehen, zumal Niemand ordentlich und mit Gründen dargethan hat, dass und warum das Wort an dieser Stelle dem Dichter nicht zu belassen sei. Die älteren Interpreten waren in ihrem Urtheil über diesen Vers von werthlosen handschriftlichen Lesungen mitbestimmt, die uns nicht mehr beirren, und Lachmann, der die echte Ueberlieferung zuerst festgestellt hat, weist *cogis* ab mit dem knappen *sensu inepto aut nullo:* eine Kargheit, welche den, der *cogis* zu schützen geneigt ist, in die Verlegenheit setzt, möglicherweise die Gründe nicht zu treffen, welche die Verwerfung bestimmt haben. Doch war es der Einwand, dass das, wozu man Jemanden nöthigt, noch nicht zu geschehen brauche, oder lag der Anstoss darin, dass man in dem Worte selbst eine Schwere der Bedeutung empfand, die hier nicht passend schien, beides dürfte sich als ungerechtfertigt erweisen lassen. Denn Prüfung der Anwendung des Wortes ergiebt, dass dasselbe mitunter nur eine leise Spur des 'Zwanges' bewahrt und mehr die erreichte Wirkung bezeichnet als den Weg der dazu geführt hat. Horaz schreibt Ep. 1, 9, 2 *cum rogat et prece cogit;* Ep. 2, 1, 226 *speramus eo rem venturam ut, simul atque Carmina rescieris nos fingere, commodus ultro Arcessas et egere vetes et scribere cogas***) (man sieht *coguntur etiam non inviti);* Ep. 1, 6, 51; Ovid. Met. 7, 46 *et*

---

*) Dass Catull c. 64, 344 schrieb

Cum Phrygii Teucro manabunt sanguine *campi*

wird jetzt allgemein angenommen. Die Ueberlieferung aber, welche *teuen* oder *tenen* an Stelle von *campi* darbietet, geht vermuthlich zurück auf den erklärlichen Irrthum

Cum phrygii *teucro* manabunt sanguine *teucro.*

War aus ähnlicher Irrung im Vers des Properz geschrieben

Sive illam *cois* fulgentem incedere *cois,*

so wäre nicht unbegreiflich wie *cogis* entstand und zugleich ersichtlich, dass eine Verbesserung des Wortes sich nicht an den Buchstaben zu halten hat. Aber durch Einfachheit besticht ein Verfahren nicht, das Irrthum auf Irrthum häuft.

**) Mehr legte auch Suetonius nicht in das Wort, als er in der Vita Horatii schrieb: *scripta eius usque adeo probavit mansuraque perpetuo opinatus est, ut non modo saeculare carmen componendum iniunxerit sed et Vindelicam victoriam Tiberii Drusique privignorum suorum eumque* coegerit *propter hoc tribus carminum libris ex longo intervallo quartum addere.*

dabit ante fidem cogamque in foedera testes Esse deos ('ich werde durch meine Anrufung die Götter nöthigen, dass sie zu der Schliessung des Bundes herbeikommen und Zeugen desselben sind' Haupt); Fast. 4, 527 antwortet Ceres auf wiederholte Bitte des Celeus ihm in sein Haus zu folgen *scisti qua cogere posses;* und ähnlich auf einfache Frage und Erinnerung Met. 12. 537 *Quid me meminisse malorum Cogis;* Met. 7, 740 *dubitare coegi* 'ich brachte sie dahin zu schwanken'; und viel Aehnliches, das leicht Jedem, der nur anfängt auf die mannigfaltigen Schattierungen in der Anwendung des Wortes zu achten, unterläuft. Wenn also Propertius mit *cogis* mehr nicht besagt, als wir etwa ausdrücken, 'Magst du sie nun in koischem Gewande glänzend einherzugehen nöthigen (bewegen, bestimmen), so wird daraus ein ganzer Band vom koischen Kleid', so möchte der Ausdruck kaum einem gegründeten Tadel unterliegen. Denn wer weiss, was *Coa* sind (1, 2, 2), überzeugt sich bald, dass dies Wort, mit der leichteren Färbung der Bedeutung, die wir ihm aneignen, nicht durch Zufall gewählt worden, und wie mit ihm die nur hier angemessene Application an eine zweite Person von selbst sich ergab. Ueberdies erwäge man, dass *cogis* nicht bloss der gewählten Satzform sich fügt, sondern einen gefälligen Wechsel der Rede erzeugt, und, dies Verbum gesetzt, jedem Gliede in dieser weit ausgeführten Periode in den Vorder- wie in den Nachsätzen eine rund geschlossene Form gewahrt ist*). Und wir sollten bei so beschaffener Ueberlieferung dennoch befugt sein, dem Propertius nach eigenem Ermessen den koischen Scharlach aufzuzwängen, ohne Noth und mit Umdrehung einer Gedankenfolge, in welcher auch der schärfste Spürsinn einen Fehl nicht entdecken kann, oder (mit *vidi*) dem Dichter, der zwar auch die Wiederholung derselben Wortform vertrug, einen zierlichen Wechsel des Ausdruckes entziehen dürfen durch Herstellung eines Wortes, das auf einfachem Wege der Ueberlieferung nicht abgewonnen werden kann? Bin ich nun mit diesem Versuch, ein verworfenes Wort dem Dichter zurückzugewinnen und damit die getrübte Wasserfläche wieder zu glätten, nicht vielleicht selbst in die Irre gegangen, so darf ich noch eine Bemerkung anschliessen über den psychologischen Vorgang, der auf Lachmann's Verfahren gewirkt zu haben scheint. Denn Conjecturen werden nicht oder nicht immer auf dem methodischen Wege gefunden, auf dem wir sie zu rechtfertigen und nach allen Seiten zu bepfählen uns

*) Wie sehr sticht dagegen Lachmann's Anordnung ab, bei welcher die drei mittleren Glieder, wenn auch in wechselnder Form, alle an dem einen Verbum *vidi* hängen, wie die von ihm gewählte Interpunktion noch besonders bemerkbar macht, durch die es aber auch geschehen ist, dass die Distichen 11.12 und 13.14, die unter sich durch den Gedanken enger verknüpft sind, mehr als billig von einander getrennt erscheinen.

angelegen sein lassen. Und wenn Lachmann an *cogis* sich stiess, so stellte bei seiner εὐστοχία und seiner Gelehrsamkeit *coccis* im Momente sich ein, und dies Wort, einmal gefunden, wirkte mit seinem blendenden Schein, dass alles in Bewegung gesetzt ward, dem bestechenden einen gesicherten Platz in seiner Umgebung zu erobern. Auch grosse Kritiker sind dieser Versuchung nicht Einmal erlegen.

Die Elegie, aus der ich den Anfang besprochen habe, ist als Einleitungsgedicht zu der Sammlung der in diesem zweiten Buch vereinigten Gedichte gedacht, und es entspricht ihr, im Grundgedanken übereinstimmend, 2, 34, als Schlusselegie des Buches, welche beide zusammen dem Ganzen eine angemessene und wohlüberlegte Umrahmung verleihen, die man nicht hätte durch kühne und nicht hinreichend gesicherte Annahmen stören sollen. Wenn Propertius in dem Eingang unseres Gedichtes den Gedanken, dass die Geliebte ihm immer neue Stoffe poetischer Gestaltung darbietet, in anschaulicher Mannigfaltigkeit ausprägt, so wird, wer 2, 2; 2, 3; 2, 15, 5; 2, 29, 26 (vgl. 3, 10, 15) vergleicht, unschwer erkennen, dass dem Dichter bei dieser freien Ausgestaltung seines Gedankens thatsächlich in früheren Gedichten dieses Buches benutzte oder ausgeführte Motive vor Augen schwebten. Diesen erotischen Stoffen aber, die sein Wesen erfüllen, setzt Propertius heroisch-epische Darstellungen entgegen als Vorwürfe, denen seine Kraft nicht gewachsen sei, und weiss diesem Gedanken in dem an Maecenas gerichteten Gedicht die sinnige Wendung zu geben, dass, wenn sein Vermögen für so Grosses ausreichte, er nicht in die graue Vorzeit zurückgreifen, sondern Augustus' Heldenthaten und mit Augustus den Maecenas im Liede preisen würde. Ich will der Ausführung dieses Gedankenzuges nicht in's Einzelne folgen, und setze nur den Schluss desselben hierher, ob es vielleicht gelingt, ihn vor dem ausgesprochenen Verdacht der Fälschung zu schützen:

Te mea Musa illis semper contexeret armis,
  Et sumpta et posita pace fidele caput.
Theseus infernis, superis testatur Achilles,
  Hic Ixioniden, ille Menoetiaden.

Wie hätte wohl ein Dichter des Maecenas' Treue gegen Augustus sinnreicher erheben können, als durch die Erinnerung an Achill und Patroklus, an Theseus und Pirithous; und wer hätte der Freundestreue dieser beiden gefeierten Freundespaare des antiken Mythus einen gleich knappen und gleich anschaulichen Ausdruck zu geben vermocht? Achill, dem Patroklus bis in den Tod treu geblieben, Theseus, der dem Pirithous bis in die Unterwelt gefolgt, rufen, jener vor den Göttern der Oberwelt den Patroklus, dieser vor den Göttern der Unterwelt den Pirithous zum Zeugen auf stets bewährter Freundes-

treue; denn das ist der Sinn des missdeuteten *testari aliquem*, nicht, als ob Achill oder Theseus Maecenas' Treue gegen Augustus bezeugen sollte. Aber das Distichon steht frei neben dem vorangegangenen, und das hat das Missverständniss verursacht. Und wenn Lachmann, dem der Gedanke an Fälschung nicht kommen konnte, eine Anknüpfung begehrte und sie zu gewinnen das bezeichnende *testatur* in das wenig ansprechende *ceu fatur* umsetzte, so war er sich selbst nicht treu geblieben, nachdem er Propertius' Weise eine in der Sache liegende Beziehung im Worte unausgesprochen zu lassen, treffend erläutert hatte S. 297. Und hier war die Beziehung der Beispiele so greifbar, dass es selbst nur der Nennung und des Ausrufs der Namen bedurft hätte, um keinen Leser in Zweifel zu lassen: ein rhetorisches Kunstmittel, dessen sich Propertius 3, 11, 59 und Virgil Aen. 6, 878 wirksam bedient haben.

Ausgegeben am 16. März.

1882.

XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. März. Physikalisch-mathematische Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Rammelsberg las: Über die Phosphate des Thalliums und Lithiums. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. L. Kronecker übergab eine von ihm zu Hrn. E. E. Kummer's fünfzigjährigem Doctor-Jubiläum verfasste, soeben erschienene Festschrift: »*Grundzüge einer arithmetischen Theorie der algebraischen Grössen*«. (Berlin, Druck und Verlag von G. Reimer. 1882. 4.)

Über die Phosphate des Thalliums und Lithiums.

Von C. Rammelsberg.

Unsere Kenntniss der phosphorsauren Salze ist noch immer einer Erweiterung fähig, namentlich in Bezug auf die Verbindungen des Thalliums und Lithiums. Aus den nachstehend mitgetheilten Beiträgen wird sich zugleich ein Schluss auf die Stellung jener beiden Elemente zu den übrigen Alkalimetallen ziehen lassen.

A. Die Phosphate des Thalliums.

Ausser einigen allgemeinen Angaben von Crookes und Carstanjen sind es besonders zwei Abhandlungen von Lamy, welche das über diese Salze bis jetz Bekannte enthalten[1], und es ist die zweite Abhandlung besonders werthvoll dadurch, dass des Cloizeaux in derselben die krystallographischen und optischen Eigenschaften einiger von diesen Salzen beschrieben hat.

Auch mit dem Thallium bildet die Phosphorsäure Salze, welche in ihrem Mol. eine gewisse Menge Wasserstoff enthalten, dessen Entfernung die Verwandlung der Säure in eine andere Modification zur Folge hat. Hierdurch stellt sich das Thallium wieder ganz entschieden in die Gruppe der Alkalimetalle.

Lamy beschreibt vier Thalliumphosphate, nämlich

1. Phosphate basique, $3TlO \cdot PO^5$, also nach unserer Schreibweise Tl^3PO^4 oder Trithalliumphosphat.

2. Phosphate neutre anhydre, $HO \cdot 2TlO \cdot PO^5 = HTl^2PO^4$.

3. Phosphate neutre hydraté$=HO \cdot 2TlO \cdot PO^5 + HO = 2HTl^2PO^4 + aq$.
Beide mögen Dithalliumphosphat heissen.

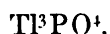
4. Phosphate acide, $2HO \cdot TlO \cdot PO^5 = H^2TlPO^4$ oder Monothalliumphosphat.

[1] Ann. de Chim. et de Phys. IV. Sér. 5,410 (1865) und 17,310 (1869).

Was die Analysen dieser Salze betrifft, so hat Lamy eigentlich gar keine unternommen und sich mit der Bestimmung des Gewichtsverlustes begnügt, den die Salze bei höheren Temperaturen oder beim Glühen erleiden. Dies ist jedoch ein ganz unzulässiges Verfahren, welches zu grossen Irrthümern Anlass geben kann, ja ich möchte sogar behaupten, dass Lamy's Angaben über die Zusammensetzung seiner Salze theilweise unrichtig sind, weil er es unterlassen hat, sie zu analysiren.

Die Trennung von Phosphor und Thallium gelingt am besten, indem man letzteres durch Ammoniumhydrosulfür fällt, den Niederschlag durch Salpetersäure oxydirt und die Lösung unter Zusatz von etwas Schwefelsäure abdampft. Das Thalliumsulfat ist bei mässigem Glühen unveränderlich.

I. Trithalliumphosphat



Tl^3PO^4.

Dieses schwerlösliche Salz fällt beim Vermischen einer neutralen Thalliumlösung mit gewöhnlichem phosphorsaurem Natron und ein wenig Ammoniak in Form feiner seidenglänzender Nadeln nieder, während ein Theil des Thalliums als Thallium-Ammoniumphosphat gelöst bleibt.

Wird Phosphorsäure mit kohlensaurem Thallium in der Wärme vollkommen gesättigt, so scheidet sich beim Erkalten viel von dem Salze ab.

Ueberhaupt giebt eine Lösung von phosphorsaurem Thallium mit Ammoniak eine Fällung, wobei aber stets viel Thallium in der Flüssigkeit bleibt.

Von den bekannten Eigenschaften des Salzes sei nur hervorgehoben, dass es in der Hitze schmilzt und zu einer krystallinischen weissen Masse erstarrt.

Ich habe im Laufe der Arbeit vielfache Analysen von diesem Salze machen müssen, um zu constatiren, dass das Untersuchte dieses und kein anderes schwer lösliches Phosphat war.

II. Monothalliumphosphat



H^2TlPO^4.

Aus einer Lösung des vorigen in Phosphorsäure schiessen beim Verdunsten kleine, äusserst dünne, platte Prismen an, welche dieses Salz darstellen.

	Berechnet.	Gefunden (Mittel aus vier Versuchen).
Thallium	67.77	67.26
Phosphor	10.30	10.37
Wasser	6.00	6.21

Erst jenseits 200° geht Wasser fort, und nach dem Glühen bleibt ein farbloses Glas von löslichem Metaphosphat.

Es ist dieses Salz unbezweifelt das Phosphate acide von LAMY, von dem er sagt, es verwandle sich bei 240° in ein amorphes, zähes, saures Pyrophosphat und beim Glühen in ein unlösliches Metaphosphat. Den Wasserverlust fand er = 5.84—5.92 Procent.

Während ich nicht im Stande war, die Form der Krystalle näher zu bestimmen, hat DES CLOIZEAUX sie als zwei- und eingliedrig erkannt.

III. Doppelsalz aus Mono- und Dithalliumphosphat.

Erhitzt man wässerige Phosphorsäure mit überschüssigem Trithalliumphosphat und filtrirt, so scheidet sich beim Erkalten und Eindampfen zuvörderst eine gewisse Menge dieses letzteren ab, weil dasselbe überhaupt in den saureren Phosphaten bis zu einem bestimmten Grade löslich ist. Erst nach stärkerer Concentration bildet dann die von ihm getrennte Flüssigkeit kleine, durchsichtige, prismatische Krystalle.

Auch wenn man, wie angeführt wurde, die Säure mit Thalliumcarbonat sättigt, und das sich abscheidende Trithalliumphosphat entfernt, erhält man dieselben Krystalle beim Verdampfen der Flüssigkeit.

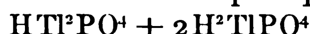
Nach dem, was LAMY über die Darstellung des Dithalliumphosphats HTl^2PO^4 sagt, stand zu erwarten, dass die Krystalle dieses Salz seien.

In der That will dieser Chemiker aus der mit Thalliumcarbonat gesättigten Phosphorsäure zwei Dithalliumphosphate erhalten haben, nämlich das wasserfreie und ein Hydrat mit $^1/_2$ Mol. Wasser. Das HTl^2PO^4 soll aus der concentrirten Flüssigkeit krystallisiren, sich in Wasser nicht lösen, selbst beim Kochen nicht. Nach seinen Angaben bestände das beim Kochen mit Wasser bleibende Unlösliche aus Trithalliumphosphat, weil HTl^2PO^4 sich in dieses und H^2TlPO^4 zersetze, was übrigens nur eine Vermuthung LAMY's ist. Von diesem Phosphate anhydre ist in der zweiten Abhandlung keine Rede mehr.

Auf Grund meiner Erfahrungen wage ich die Behauptung, dass dieses Salz nichts weiter als Trithalliumphosphat ist, dem auch der Glühverlust von 1.7 Procent (HTl^2PO^4 erfordert allerdings gleichfalls 1.78 Procent Wasser, was der Grund von LAMY's Irrthum ist) an-

gehört, da Tl^3PO^4 bei seiner hygroskopischen Natur auch mir öfter mehr als 1 Procent Wasser geliefert hat.

Eben so fest bin ich überzeugt, dass das Phosphate neutre hydraté identisch ist mit dem von mir erhaltenen krystallisirten Salz. Eine Reihe von Analysen, zum Theil von dem umkrystallisirten, hat gezeigt, dass dasselbe keinesweges Dithalliumphosphat ist, weil es nicht P : 2 Tl, sondern 3 P : 4 Tl enthält. Denn das Mittel von neun Analysen führt genau zu einer Verbindung von 1 Mol. Dithalliumphosphat und 2 Mol. Monothalliumphosphat,



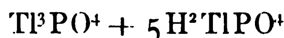
$$HTl^2PO^4 + 2H^2TlPO^4$$

	gefunden	berechnet
Thallium	72.99	72.88
Phosphor	8.39	8.41
Wasser	4.21	4.07.

Wäre es Dithalliumphosphat, so müssten 82.43 Thallium gegen 6.26 Phosphor (in $Tl^4P^2O^7$) enthalten sein. Es sind aber 76.77 Thallium gegen 8.82 Phosphor gefunden, während die Rechnung 76.91 gegen 8.77 (in $Tl^8P^6O^{19}$) fordert.

Erst über 200° findet ein Gewichtsverlust statt und das Salz schmilzt.

Trotzdem das erste Glied der Formel für sich nicht erhalten wurde, ziehe ich den gegebenen Ausdruck doch dem gleichfalls möglichen



$$Tl^3PO^4 + 5H^2TlPO^4$$

seiner Einfachheit wegen vor, und glaube, dass die Natur des Glührückstandes nichts zur Entscheidung beitragen würde.

Dieses Doppelsalz ist LAMY's Phosphate neutre hydraté, angeblich $2HTl^2PO^4 + aq$, welche Zusammensetzung er lediglich auf Grund des bis 3.61 Procent betragenden Glühverlustes angenommen hat, einer Grösse, die der von 4.07 Procent äusserst nahe kommt.

Glücklicherweise lässt sich die falsche Annahme LAMY's durch die Krystallform zur Evidenz bringen, da DES CLOIZEAUX's Messungen an dem sogenannten Phosphate neutre und die meinigen an den Krystallen des Doppelsalzes die Identität beider offenbaren.

Die von mir beobachteten Krystalle sind zweigliedrige Combinationen von p, ²p, q und b, während DES CLOIZEAUX überdies q^3 und q^4, nicht aber p fand.

$$p = a : b : \infty c$$
$$^2p = 2a : b : \infty c$$
$$q = b : c : \infty a$$
$$q^3 = b : 3c : \infty a$$
$$q^4 = b : 4c : \infty a$$
$$b = b : \infty a : \infty c.$$

Aus den von mir der Rechnung zum Grunde gelegten Werthen folgt

$$a : b : c = 0.4286 : 1 : 0.3476$$

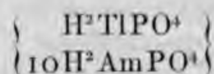
		berechnet Rg.	beobachtet des Cloiz.
p : p =	133° 36′	133° 30′	
b =		×113 12	
²p : ²p =	98 48		
b =	130 36	130 40	130° 1′
p =	162 36	162 40	
q : q =		×141 40	
b =	109 10	108 55	109 26
q³ : q³ =	87 36		
b =	136 12		137 2
q⁴ : q⁴ =	71 26		
b =	144 17		144 1

Die kleinen Krystalle sind prismatisch nach der Horizontalzone und tafelartig nach b.

Schon vor längerer Zeit[1] habe ich, auf Lamy's Angaben vertrauend, die Form dieses Salzes mit der von $H^2NaPO^4 + aq$ verglichen, und behalte mir vor, diesen die Isomorphie der Alkaliphosphate betreffenden Punkt später zu erörtern.

IV. Isomorphe Mischungen von Thallium- und Ammoniumphosphat.

A. Fällt man Monothalliumphosphat durch Ammoniak, und filtrirt den Niederschlag von Tl^3PO^4 ab, so erhält man aus dem Filtrat viergliedrige Krystalle, welche Ammonium und Thallium enthalten. Eine Analyse zeigte, dass sie

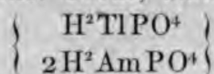


$$\left\{ \begin{matrix} H^2TlPO^4 \\ 10H^2AmPO^4 \end{matrix} \right\}$$

waren.

	Gefunden.	Berechnet.
Ammonium	12.28	12.40
Thallium	14.50	14.06
Phosphor	24.38	23.50

Allein schon früher habe ich[2] derartige Krystalle gemessen und analysirt, welche, bei gleicher Form, annähernd



$$\left\{ \begin{matrix} H^2TlPO^4 \\ 2H^2AmPO^4 \end{matrix} \right\}$$

waren.

---

[1] Ber. d. chem. Ges. 1870, 276.

[2] A. a. O.

	Gefunden.		Berechnet.
Ammonium	7.95	8.24	6.78
Thallium	38.76	38.93	38.42
Phosphor	16.75	16.74	17.51.

Die von mir damals angenommene und mit den Analysen fast ebenso gut stimmende Formel



$$\left\{\begin{matrix} HTl^2PO^4 \\ 5H^2AmPO^4 \end{matrix}\right\}$$

ist jetzt nach näherer Kenntniss des Gegenstandes wohl nicht mehr zu rechtfertigen.

Meine Krystalle sind dieselben, wie die von des Cloizeaux an Lamy's Phosphate ammoniaco-thallique beschriebenen, die 42.5 bis 43.5 Thallium und 13.1 bis 13.3 Procent Phosphor enthalten, während das Ammonium von Lamy gar nicht bestimmt ist. Jene Zahlen lassen sich in keiner Art auf eine Mischung H^2RPO^4 zurückführen, und als Constituenten $TlAm^2PO^4$ und Am^3PO^4 anzunehmen, wie es Lamy gethan hat, dürfte ohne sichere Kenntniss der Zusammensetzung unstatthaft sein.

B. Allerdings giebt es Mischungen von Thallium- und Ammoniumphosphat, welche das für sich nicht darstellbare Dithalliumphosphat HTl^2PO^4, jedoch neben dem entsprechenden Salz HAm^2PO^4 enthalten und demgemäss die Form des letzteren haben. Sie bilden sich, wenn man Tl^3PO^4 in soviel Phosphorsäure löst, dass ein Ueberschuss von Ammoniak keine Fällung hervorbringt. Die verschiedenen Anschüsse zeigen bei gleicher Form ein sehr verschiedenes Verhältniss von Tl und Am, und durch Umkrystallisiren entstehen wieder andere Mischungen. So habe ich z. B. das Atomverhältniss beider = 1 : 9, 1 : 36, 1 : 111 gefunden, sets aber entsprachen die Analysen der Formel



$$HR^2PO^4$$

und ich konnte die zwei- und eingliedrige Form des Ammoniumsalzes, so wie Zwillinge nach der Hexaidfläche a durch specielle Messungen nachweisen.

B. Die Phosphate des Lithiums.

Meinen früheren Versuchen vom Jahre 1849[1] kann ich nur wenig Neues hinzufügen.

I. Trilithiumphosphat



$$Li^3PO^4.$$

Bei der Fällung dieses fast unlöslichen Salzes darf man statt des Ammoniaks Natron nicht anwenden, weil der Niederschlag dann

[1] Poggend. Ann. 76, 261.

Na^3PO^4 enthält. Es scheidet sich, was bemerkenswerth ist, selbst aus Lösungen, welche freie Essigsäure enthalten, krystallinisch ab.

Zahlreiche Analysen zeigen, dass es unter Umständen 3.72 Procent Wasser enthält, so dass ein Hydrat $4Li^3PO^4 + aq$ zu existiren scheint.

II. Monolithiumphosphat

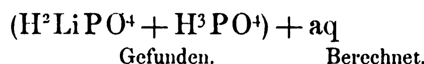

H^2LiPO^4.

Auf verschiedene Art dargestellt, auch aus einer Lösung des vorigen in Chlorwasserstoff- oder Salpetersäure, bildet es immer leichtlösliche, jedoch selten deutliche und an der Luft feucht werdende kleine Krystalle. Seine Zusammensetzung (berechnet Li 6.91; P 30.0, H^2O 17.64) ist von mir durch eine Reihe neuerer Analysen bestätigt.

III. Saures Lithionphosphat


$H^5LiP^2O^8$.

Dieses bisher nicht bekannte Salz schiesst aus syrupdicken Lösungen des vorigen in überschüssiger Phosphorsäure in grösseren, jedoch undeutlichen und zerfliesslichen Krystallen an. Es entspricht der Formel


$$(H^2LiPO^4 + H^3PO^4) + aq$$

	Gefunden.		Berechnet.
	1.	2.	
Lithium	3.40	3.61	3.19
Phosphor	28.00	28.22	28.18
Wasser	28.63	27.62	28.67

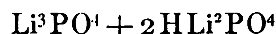
Bis 150° verliert es nichts am Gewicht.

IV. Doppelsalz aus Di- und Trilithiumphosphat.

Alle früheren und späteren Versuche, Dilithiumphosphat darzustellen, haben mir negative Resultate gegeben. Wohl aber beschrieb ich bereits in meiner früheren Abhandlung ein schwer lösliches, leicht für Li^3PO^4 zu haltendes Doppelsalz jener beiden Phosphate. Bei neueren Versuchen erhielt ich es aus einer Lösung von kohlensaurem Lithion in überschüssiger Essigsäure und Zusatz von soviel Phosphorsäure, dass 2Li:P vorhanden sind. Beim Erwärmen scheidet sich zuvörderst Li^3PO^4 ab; spätere krystallinische Krusten aber waren das fragliche Salz, welches sich von jenem durch seine Schmelzbarkeit unterscheidet. Nur einmal habe ich es mit grösserem Wassergehalt gefunden (No. 3).

	1.	2.	3.
Lithium	14.29	14.25	13.28
Phosphor	26.07	26.62	24.21
Wasser	9.68	8.13	15.71.

In allen ist das Atomverhältniss P : Li = 3 : 7, das Salz mithin



$$Li^3PO^4 + 2HLi^2PO^4$$

und dies ist mit 1 Mol. (No. 1 u. 2) oder mit 2 Mol. Wasser verbunden. Berechnet

	mit aq	mit 2 aq
Lithium	13.84	13.17
Phosphor	26.27	25.00
Wasser	10.16	14.52.

No. 3 könnte möglicherweise



$$2(Li^3PO^4 + HLi^2PO^4) + 3aq$$

sein, welche Formel Li 13.83, P 24.50, H^2O 14.23 verlangt. Keines dieser Salze ist aber für HLi^2PO^4 zu halten, denn dann müssten sie weniger Lithium und mehr Phosphor gegeben haben.

Stellt man die Resultate vorliegender Arbeit zusammen, so sieht man, dass Thallium und Lithium bezüglich ihrer Phosphate eine unverkennbare Ähnlichkeit haben.

Ihre Salze R^3PO^4 sind sehr schwer löslich; ihre H^2RPO^4 sind leicht löslich.

Die dem gewöhnlichen Natronphosphat entsprechenden Salze HR^2PO^4 existiren für sich nicht in fester Form.

Dagegen giebt es beim Thallium ein Doppelsalz von Mono- und Diphosphat, beim Lithium ein solches von Di- und Triphosphat.

Ausserdem liefert das Lithium noch ein wirkliches saures Phosphat, dessen Analoge bisher nicht bekannt sind.

Ein Vergleich der Phosphate der Alkalien lehrt, dass nur das Salz H^2RPO^4 bei allen bekannt ist und gut krystallisirt; dass das Salz R^3PO^4 von Am, K, Na mehr oder minder leicht löslich, von Tl und Li schwer löslich ist; dass endlich das Salz HR^2PO^4 nur von Am und Na in fester Form und krystallisirt erhalten werden kann.

Phosphorsäure wird durch alle Alkalien neutralisirt, allein die neutrale Lösung liefert stets zwei Salze, ein alkalisch und ein saures reagirendes. Schon Mitscherlich hat gezeigt, dass bei Anwendung von Kali das saure H^2KPO^4 krystallisirt und die Mutterlauge (durch

K^3PO^4) alkalisch ist; dass aber bei Anwendung von Natron zuerst alkalisch reagirendes HNa^2PO^4 und aus der Mutterlauge saures H^2NaPO^4 krystallisirt. Ich habe genau dieselben Resultate erhalten, und im Vorstehenden mitgetheilt, dass Thallium und Lithium beim Sättigen von Phosphorsäure mit den Carbonaten zuerst die schwerlöslichen Salze R^3PO^4 liefern, während die leichtlöslichen H^2RPO^4 in der Lösung bleiben.

Zusatz: Das letzte Heft des Compt. rend. (94, 649) theilt mit, dass es Filhol gelungen sei, aus der neutralen Lösung ein Salz



$$HNa^2PO^4 + H^2NaPO^4$$

mit 3 und 15 Mol. Wasser zu erhalten. Dies wäre ein Analogon des oben beschriebenen Thalliumsalzes.

Ausgegeben am 23. März.

1882.

XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

16. März. Philosophisch-historische Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Waitz las: Über die kleine Lorscher Franken-Chronik. Die dem Secretariat übergebene Mittheilung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

2. Hr. Zeller trug vor: Einige weitere Bemerkungen über die Messung psychischer Vorgänge. Die Mittheilung folgt umstehend.

Einige weitere Bemerkungen über die Messung psychischer Vorgänge.

Von E. Zeller.

In der Gesammtsitzung vom 3. März v. J. erlaubte ich mir, der Akademie eine kleine Arbeit »über die Messung psychischer Vorgänge« vorzulegen, welche in die Abhandlungen der philosophisch-historischen Classe v. J. 1881 aufgenommen wurde. Die Kritik, der diese Arbeit von Hrn. Prof. Wundt in Leipzig im zweiten Heft seiner »Philosophischen Studien« S. 250—260 unterzogen worden ist, lässt mir einige weitere Erläuterungen angemessen erscheinen, welche meine frühere Erörterung theils zu ergänzen, theils gegen Missverständnisse zu schützen bestimmt sind.

Der nächste Anlass zu derselben lag für mich in der Wahrnehmung, das alle auf den Aussagen unseres eigenen Bewusstseins beruhenden Schätzungen über die Dauer, die Intensität und die Qualität psychischer Vorgänge, mögen sie nun in der Form von Urtheilen oder in der des Gefühls zum Ausdruck kommen, immer nur Verhältnissbestimmungen ergeben, welche von der Genauigkeit weit entfernt sind, die sich bei der Messung äusserer Vorgänge erreichen lässt; also mit Einem Wort in der Wahrnehmung jener Relativität aller unmittelbaren psychischen Messungen, von der mir (mit Wundt) auch das Weber'sche Gesetz nur ein specieller Fall zu sein schien. Den Grund davon sah ich darin, dass sich für die Bewusstseinserscheinungen nicht in derselben Weise, wie für mechanische Bewegungen, constante Maassstäbe aufstellen lassen, an denen sie gemessen werden können, während doch jede genaue Messung die Anwendung solcher unveränderlichen Maassstäbe voraussetze. Ich untersuchte daher in meiner Abhandlung zuerst die Bedingungen, unter denen es überhaupt möglich ist, durch Messung absolute oder absoluten sich annähernde Grössenbestimmungen zu gewinnen; ich zeigte sodann, dass es bei der Messung psychischer Vorgänge als solcher an diesen Bedingungen fast ganz fehle; und ich erklärte hieraus die oben berührte Relativität der auf sie

bezüglichen Urtheile. Nun spricht man freilich von Messungen nicht selten in dem weiteren Sinn, dass man auch solche Maassbestimmungen in diese Bezeichnung mit einschliesst, die nicht unmittelbar durch Messung gefunden, sondern aus dem so gefundenen erst durch Folgerung und Berechnung abgeleitet werden. Aber wenn man sich genau ausdrücken will, muss man beides unterscheiden. Die Messung als solche besteht, wie gleich in den ersten Sätzen meiner Abhandlung bemerkt ist, in einer Vergleichung der zu messenden Grösse mit einer anderen, uns schon bekannten, die uns als Maassstab dient; wenn durch diese Vergleichung festgestellt wird, welchem Vielfachen des Maassstabs die Grösse des Gemessenen gleich ist, so ist die letztere gemessen worden. Bedarf es dagegen zu ihrer Bestimmung noch eines weiteren Verfahrens, müssen die Maassbestimmungen, welche man sucht, aus den durch die Grössenvergleichung festgestellten Daten erst durch Schlüsse und Folgerungen ermittelt, müssen dazu die Ergebnisse mehrerer und verschiedenartiger Messungen combinirt, muss von dem, was wirklich gemessen worden ist, auf anderes, das nicht direct gemessen werden konnte, geschlossen werden, so kann man streng genommen nicht mehr sagen, dass die so gewonnenen Maassbestimmungen durch Messung, sondern nur, dass sie auf Grund von Messungen durch Schlussfolgerung und Berechnung gefunden worden seien. Sind nun diese Folgerungen so einfacher Art, dass sie jeder ohne Mühe mit Sicherheit ausführen kann, so ist es zwar immerhin etwas ungenau, aber durchaus unschädlich, wenn man sie in den Begriff der »Messung« mit aufnimmt: dagegen wirkt diese Ungenauigkeit in demselben Maasse nachtheilig, in dem verwickeltere Combinationen und Berechnungen zu Hülfe genommen werden müssen. Wenn z. B. die Seiten eines Quadrats oder Rechtecks gemessen worden sind und daraus ihr Flächeninhalt berechnet worden ist, so braucht man diese zwei Operationen nicht ausdrücklich zu unterscheiden, sondern man sagt einfach: der Flächeninhalt sei gemessen worden; handelt es sich dagegen um eine unregelmässige Figur, so wird man besser thun, wenn man sagt: ihr Flächeninhalt sei auf Grund einer Messung berechnet worden, weil hier auch bei richtiger Ausführung der Messung die Gefahr eines Verstosses bei der Berechnung näher liegt und eine grössere Zahl anderweitiger, über die blosse Messung hinausgehender Operationen erforderlich ist. Muss man vollends für die Berechnung neben den unmittelbaren Ergebnissen der Messung noch weitere, mehr oder weniger hypothetische Annahmen zu Hülfe nehmen, so ist es durchaus irreführend, wenn man einfach von Messungen redet, statt zwischen dem, was durch Messung, und dem, was durch Schlussfolgerung gefunden ist, klar und bestimmt zu unterscheiden.

Was nun in meiner Abhandlung über die Messung psychischer Vorgänge unter »Messung« verstanden werde, darüber konnte, wie ich glaube, ein aufmerksamer Leser derselben, auch abgesehen von der oben angeführten, an ihre Spitze gestellten Erklärung dieses Ausdrucks, nicht wohl im Zweifel bleiben. Wenn ich hier ausführe, dass die psychischen Vorgänge als solche nicht in demselben Sinne messbar seien, wie mechanische Bewegungen, weil es an unveränderlichen Maassstäben für sie fehle, dass zwar ihre äusseren Bedingungen und Wirkungen einer exacten Messung zugänglich seien, aber nicht sie selbst, und dass ebendeshalb jene Maasssbestimmungen, die sich unserem Gefühl oder unserem Urtheil aus der Vergleichung der Bewusstseinserscheinungen unter einander ergeben, immer nur relative Werthe ausdrücken, so bezieht sich dies alles eben nur auf die Messung der psychischen Vorgänge als solche; inwieweit es dagegen möglich sei, durch Messung der äusseren Vorgänge, an die gewisse Bewusstseinserscheinungen geknüpft sind, oder in denen sie sich äussern, Daten zu gewinnen, aus welchen die Dauer oder die Intensität jener Erscheinungen selbst erschlossen werden kann, ist eine Frage, deren Untersuchung ausser meiner Aufgabe lag, da es sich bei den Maassbestimmungen, deren Relativität meine Abhandlung (S. 11 ff.) aus der Natur aller psychischen Messungen zu erklären versuchte, jedenfalls nur um Messungen im eigentlichen Sinne, um directe Grössenvergleichungen handelte. Eben dies hat aber mein Kritiker übersehen.

WUNDT glaubt (S. 255 f.), wenn man das WEBER'sche Gesetz anerkenne, müsse man auch zugeben, dass wenigstens für das Gebiet der Empfindungen genaue, numerische Messungen psychischer Vorgänge möglich seien. Denn dieses Gesetz sei ja nur durch messende Versuche gefunden und es selbst enthalte daher eine numerische Beziehung, welche zunächst zwar die Abhängigkeit der Empfindung von der Stärke des äusseren Reizes, damit aber doch zugleich auch die Abhängigkeit des Wachsthums der Empfindung von einer vorhandenen Empfindungsstärke ausdrücke. Aber die Versuche, auf die sich das WEBER'sche Gesetz gründet, bestehen ja doch nicht darin, dass zuerst die Grösse der Reize und dann die Stärke der ihnen entsprechenden Empfindungen gemessen und aus der Vergleichung beider Messungen das Verhältniss des Empfindungszuwachses zum Reizzuwachs berechnet wird. Wenn dies möglich wäre, würden die Ansichten über die Deutung dieses Gesetzes nicht so weit auseinandergehen; man könnte sich nicht darüber streiten, ob es darauf beruht, dass der Empfindungszuwachs s e l b s t nur dem Logarithmus des Reizzuwachses proportional ist, oder darauf, dass uns bei der

Vergleichung der Empfindungen (gesetzt auch ihr Stärkeverhältniss sei dem der Reize direct proportional) nur diejenigen gleich weit von einander entfernt zu sein scheinen, deren relative Entfernung von einander die gleiche ist. Gemessen wird vielmehr bei jenen Versuchen nur die Stärke der Reize; dass uns dagegen die von zwei Reizen hervorgebrachten Empfindungen hinsichtlich ihrer Stärke sich von einander zu unterscheiden scheinen, oder dass uns in einer Reihe solcher Empfindungen die einzelnen Glieder gleich weit von einander abzuliegen scheinen, erfahren wir nicht durch Messung, sondern lediglich durch unser Selbstbewusstsein, durch das, was Wundt a. a. O. etwas geringschätzig die »sogenannte Selbstbeobachtung« nennt; und wenn aus einer Reihe solcher Aussagen des Selbstbewusstseins ihr Durchschnittswerth ermittelt wird, ist dies keine Messung, sondern eine Berechnung. Dieser Sachverhalt ist natürlich auch Wundt nicht unbekannt; in der Einleitung zu seiner Erörterung über das Weber'sche Gesetz, Physiol. Psychol. 2. Aufl. I, 322, bemerkt er ausdrücklich: nicht die Beziehung zwischen Reiz und Empfindung, sondern nur die zwischen dem Reiz und der Empfindungsschätzung sei unserer Messung zugänglich, »während die Frage, wie sich die Empfindungen unabhängig von den bei ihrer Schätzung betheiligten Vorgängen der Auffassung und Vergleichung verhalten mögen, durch die directe Untersuchung gar nicht beantwortet werden kann.« Wie er dann aber dieselben Untersuchungen, von denen er dies aussagt, als Beweis dafür anführen kann, dass die Empfindungen als solche genauer, d. h. numerischer Messung fähig seien, ist mir unverständlich.

Wenn ich weiter bemerkt habe, die psychischen Vorgänge seien (abgesehen von einigen wenigen, später zu berührenden Eigenschaften) den räumlichen Bewegungen nicht gleichartig genug, um an ihnen gemessen werden zu können, so hält mir Wundt S. 253 f. entgegen: diese Behauptung »gehe von der Fiction aus, es gebe eine Welt ausser uns und eine Welt in uns, die sich zwar an ihren Grenzen berühren, in ihrem inneren Zusammenhang aber nichts miteinander gemein haben«. Diese Fiction sei jedoch unhaltbar: »denn die Welt ausser uns besteht aus denjenigen Vorstellungen, denen wir vermöge gewisser ihnen zukommender Eigenschaften eine objective Bedeutung beimessen, und die Welt in uns besteht aus diesen nämlichen Vorstellungen sammt ihren wechselnden subjectiven Verbindungen und den daran geknüpften Gefühlen und Willensregungen«. Wenn daher die Psychologie Messungen ausführe, so erstrebe sie damit nur »die Messung gewisser Vorstellungen an anderen Vorstellungen«; »und wenn sie dabei gelegentlich Vorstellungen von blos subjectivem Charakter an anderen Vorstellungen misst, denen unser Bewusstsein eine objective

Bedeutung zuschreibt, so hören die letzteren darum nicht auf, Vorstellungen zu sein und als solche der Bedingung der Gleichartigkeit mit dem gemessenen Gegenstand zu genügen«. Durch diese Auseinandersetzung glaubt WUNDT den »Trugschluss« aufgedeckt zu haben, der sonst »bei solchen, die mit den wirklichen Zwecken und Aufgaben psychischer Messung unbekannt sind«, Eindruck machen könnte. Mir meinerseits scheint es, seine Erörterung könnte höchstens auf solche Eindruck machen, die zwar vielleicht mit psychophysischen Messungen bekannt, aber in der Handhabung metaphysischer Begriffe nicht geübt sind. Das bezweifelt ja niemand, dass uns die Welt nur in unsern Vorstellungen gegeben ist; aber wie übereilt es wäre, daraus zu schliessen, dass sie auch an sich selbst nur »aus Vorstellungen bestehe«, dies hat sich an den wenigen, welche diesen Schluss gewagt haben, so greifbar herausgestellt, dass es darüber keiner langen Worte bedürfen wird. Sagt doch selbst SCHOPENHAUER (W. W. II 124), nachdem er die ganze objective Welt in Vorstellungen aufgelöst hat: die Meinung, dass das erkennende Individuum das einzige reale Wesen, alle anderen blosse Vorstellung seien, könnte nur im Tollhause vorkommen. Aber für ein folgerichtiges Denken wäre diese Meinung nicht zu vermeiden, wenn die Aussenwelt wirklich nur aus Vorstellungen bestände. Die Vorstellungen sind in dem vorstellenden Subject, als Modificationen seines Bewusstseins; wenn die Welt ausser uns aus Vorstellungen besteht, so besteht sie aus Modificationen unseres Bewusstseins; es gibt also überhaupt keine Welt ausser uns: das vorstellende Wesen, das Ich, ist das einzige Reale. WUNDT glaubt dies gewiss nicht; nur durfte er dann auch nicht Sätze aufstellen, aus denen eben dieses mit Nothwendigkeit hervorgehen würde. Er hatte dies aber mir gegenüber auch gar nicht nöthig. Den Schluss, den er bekämpft, habe ich nicht gemacht. Ich habe nirgends gesagt, dass die Welt ausser uns und die Welt in uns »in ihrem inneren Zusammenhange nichts mit einander gemein haben«, und ich darf verlangen, dass man mir eine solche Ungereimtheit nicht unterschiebe. Ich habe ebensowenig behauptet, die psychischen Vorgänge lassen sich deswegen nicht an den äusseren messen, weil die einen (wie WUNDT sagt) »einen bloss subjectiven Charakter«, die anderen »objective Bedeutung« haben: die Ausdrücke »subjectiv« und »objectiv« kommen in dem fraglichen Abschnitt meiner Abhandlung gar nicht vor, und um diesen Gegensatz handelt es sich nicht darin: die psychischen Vorgänge sind ja ebensogut objective, d. h. reale, wie die in der Körperwelt, und die Bilder der letzteren, welche uns die Wahrnehmung liefert, sind ebensogut etwas subjectives, wie die der ersteren, die wir dem Selbstbewusstsein verdanken. Sondern lediglich deshalb glaubte ich die

Messbarkeit der psychischen Vorgänge in engere Grenzen einschliessen zu müssen, als die der mechanischen Bewegungen, weil an sie nicht in derselben Weise, wie an diese, unveränderliche Maassstäbe angelegt werden können. Wie es sich aber hiemit verhält, dies ist eine Frage, welche von dem metaphysischen Satze, dass »die Welt aus Vorstellungen bestehe«, nicht berührt wird. Auch von den Vorstellungen kann ja so wenig, wie von den Sachen, jede an jeder gemessen werden, sondern immer nur diejenigen, welche in einer bestimmten Beziehung so gleichartig sind, dass ihr Unterschied sich auf ein blos quantitatives Verhältniss zurückführen lässt. Wiewohl z. B. sowohl die Ton- als die Lichtempfindungen Vorstellungen, und wiewohl auch beide Empfindungen sind, kann man doch weder die Tonstärke als Maassstab für die Lichtstärke, noch den Klang oder die Tonhöhe als Maassstab für die Farbe gebrauchen; wiewohl die Druckempfindungen, die Bewegungsgefühle und die Temperaturempfindungen dem gleichen Sinnesgebiet angehören, kann man die Temperatur eines Körpers doch nicht an seinem Gewicht messen; wiewohl die Vorstellung der Ausdehnung und die der Gestalt gleichsehr Raumvorstellungen sind, kann man doch die Gestalt eines Gegenstandes nicht als Maassstab für die Bestimmung seines Volumens benützen. Auch hierüber bedarf mein Kritiker natürlich keiner Belehrung: warum redet er dann aber so, als ob er ihrer bedürfte?

Um festzustellen, inwieweit die psychischen Vorgänge genauen Messungen zugänglich seien, untersuchte ich diese Frage nach den verschiedenen Beziehungen, in denen überhaupt eine quantitative Bestimmung derselben versucht werden kann: ihrer Dauer, ihrer Stärke, dem Grad ihrer Gleichheit oder Ungleichheit. Aus dem Inhalt dieser Erörterungen haben namentlich meine Bemerkungen über psychische Zeitmessung Wundt's lebhaften Widerspruch hervorgerufen, und ich will, unter Uebergehung einiger anderen Differenzpunkte, hierauf etwas näher eintreten. Die Geschwindigkeit der psychischen Thätigkeiten, hatte ich S. 5 bemerkt, können wir nicht ebenso messen, wie die der mechanischen Bewegungen, weil das Maass, dessen wir uns bei diesen bedienen, hier nicht anwendbar sei und durch keine analoge Bestimmung ersetzt werden könne. Wenn wir nämlich fragen, was unter der Geschwindigkeit eines psychischen Vorganges zu verstehen sei, so müsste (wie ich hier erläuternd beifüge) diesem Begriff jedenfalls eine andere Bedeutung gegeben werden, als bei seiner Anwendung auf mechanische Bewegungen. Bei den letzteren bezeichnet er das Verhältniss des durchlaufenen Raumes zur Bewegungszeit: die geschwindere von zwei Bewegungen ist diejenige, bei welcher der gleiche Raum in kürzerer Zeit, und somit ein grösserer Raum in der gleichen Zeit

durchlaufen wird. Bei den psychischen Veränderungen muss er etwas anderes bezeichnen, da sie sich nicht auf mechanische Bewegungen zurückführen lassen: die grössere Geschwindigkeit würde man hier demjenigen Vorgang zuschreiben müssen, bei welchem in derselben Zeit eine grössere Anzahl gleichwerthiger psychischer Akte vollzogen würde. Psychische Vorgänge liessen sich daher hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit mit mechanischen Bewegungen selbst dann nicht vergleichen, wenn uns ihre Dauer und die Zahl ihrer einfachsten Elemente bekannt wäre: selbst in diesem Fall würde man niemals behaupten können, dass, beispielsweise, die Gesichts- oder Gehörsempfindungen eine grössere oder eine geringere Geschwindigkeit haben, als die Fortpflanzung des Lichts oder des Schalles. Man könnte wohl (wie auch a. a. O. bemerkt ist) bei successiven psychischen Akten, die durch äussere Reize hervorgerufen werden, die Geschwindigkeit ihrer Aufeinanderfolge nach derjenigen der Reize bestimmen, aber die Geschwindigkeit jener Akte selbst wäre damit nicht bestimmt: man könnte auch sagen, wie sich die Zeitdauer eines gegebenen psychischen Aktes zu der einer bestimmten mechanischen Bewegung verhalte, aber nicht, wie ihre Geschwindigkeiten sich verhalten, weil das, was während dieser Zeit in dem einen Fall geleistet wurde, dem in dem anderen geleisteten nicht commensurabel ist. Aber auch unter den psychischen Thätigkeiten würden sich, selbst unter den günstigsten Voraussetzungen, nur solche hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit miteinander vergleichen lassen, die gleichartig genug sind, um auf ein und dasselbe Maass zurückgeführt zu werden. Gesetzt z. B., es liesse sich darthun, dass die gedächtnissmässige Reproduction einer Reihe von Wahrnehmungen längere oder kürzere Zeit erfordere, als ihre erste Auffassung, so könnte man doch daraus trotz der nahen Verwandtschaft dieser beiden Seelenthätigkeiten noch nicht schliessen, dass die eine derselben eine grössere Geschwindigkeit habe, als die andere, wenn nicht vorher nachgewiesen wäre, dass es auch der elementaren psychischen Akte in beiden Fällen gleich viele und unter gleichartigen Bedingungen zu vollziehende gewesen seien; wogegen man allerdings da, wo die gleiche Vorstellungsreihe von dem einen in kürzerer Zeit durchlaufen wird, als von dem anderen (wie etwa bei der Ausführung derselben Rechnung nach demselben Verfahren), der Vorstellungsthätigkeit des ersten eine entsprechend grössere Geschwindigkeit beilegen kann, als der des zweiten.

Liesse sich aber die Geschwindigkeit, mit der ein psychischer Akt vollzogen wird, nur in der angegebenen Weise bestimmen, so zeigt sich auch sofort, wie relativ jede solche Bestimmung ausfallen muss. Die Zahl der in einem gegebenen Zeitpunkt vollzogenen psychi-

schen Akte — bemerkte meine Abhandlung in dieser Beziehung — lasse sich niemals feststellen, und ebensowenig lasse sich die kürzeste Dauer eines solchen Aktes bestimmen, was man vielmehr derartiges versuchte, habe sich theils auf gewisse Sinnesempfindungen beschränkt, theils sei es schon deshalb sehr unsicher gewesen, weil nicht die Dauer der einfachen Empfindungen, sondern nur die Zeit gemessen werden konnte, welche der Einzelne zu zwei aufeinanderfolgenden Wahrnehmungen oder zu einer Wahrnehmung und einer durch sie veranlassten Bewegung braucht. Von diesen Sätzen wird nun der zuletzt angeführte von Wundt auf's entschiedenste angegriffen. Diese Worte, bemerkt er, erwecken den Verdacht, dass ich in meiner Kenntniss dieses Gebiets auf dem Standpunkt stehen geblieben sei, der vor zwanzig Jahren möglich war. Wenn ich den Werth der Versuche nicht anerkenne, die in neuerer Zeit ausgeführt worden seien, um nach Elimination der äusseren physiologischen Leitungs- und Bewegungsvorgänge die Dauer der Apperception verschiedener einfacher oder zusammengesetzter Vorstellungen, der Willenserregung, der Association einer Vorstellung zu bestimmen, so wäre es meine Pflicht gewesen, meine Bedenken dagegen geltend zu machen. Seien doch nicht allein in der »ungefähr sechs Monate vor dem akademischen Vortrag der Zeller'schen Abhandlung«[1] erschienenen zweiten Auflage seiner »physiologischen Psychologie« bereits die wesentlichen Resultate der hergehörigen experimentellen Arbeiten mitgetheilt, sondern die Versuche von Donders, die absoluten Unterscheidungs- und Willenszeiten zu bestimmen, schon seit 1868 in Deutschland bekannt, wo sie auch mannigfache Nachfolge gefunden haben. Allein Wundt übersieht, dass es sich für mich, wie schon S. 296 f. auseinandergesetzt ist, nicht um die Frage handelte, ob uns die Ergebnisse der psychophysischen Messungen in den Stand setzen, auf die absolute Dauer gewisser psychischer Vorgänge zu schliessen, sondern lediglich um die, ob es möglich sei, die psychischen Vorgänge als solche zu messen, ob wir sie, wie dies S. 14 meiner Abhandlung ausgedrückt ist, »direct messen können.« Jene erstere Frage lässt sich überhaupt nicht durch so allgemeine Erwägungen, wie die von mir angestellten, sondern nur durch Prüfung der bestimmten, für indirecte psychologische Massbestimmungen angewandten Methoden entscheiden. Aber so sinnreich manche von diesen Methoden und so werthvoll ihre Ergebnisse sind: über die

---

[1] In Wirklichkeit freilich höchstens 3½ Monate. Meine Abhandlung wurde, wie auf dem Abdruck bemerkt ist, den 3. März 1881 gelesen. Geht man von da um sechs Monate zurück, so kommt man auf den 3. September 1880. Wundt's Vorwort ist aber erst vom October 1880 datirt und die Versendung seines Werks erfolgte nicht vor Mitte Novembers.

blosse Messung giengen sie selbst dann hinaus, wenn sie sich ausschliesslich auf Schlüsse aus den durch Messungen gewonnenen Daten beschränkten; sie gehen noch weiter darüber hinaus, wenn sie genöthigt sind, für diese Schlüsse Hypothesen zu Hülfe zu nehmen, wie die (WUNDT Physiol. Psychol. 2. Aufl. II, 221), dass die Perception der Sinneseindrücke mit der Erregung der centralen Sinnesflächen unmittelbar gegeben sei, also keine eigene Zeit erfordere, und dass ebenso das Anwachsen des Willensimpulses gleichzeitig eine centrale motorische Reizung sei; und mag man diese Hypothesen noch so wahrscheinlich finden, so werden sie dadurch doch nicht zu Messungsergebnissen, sondern sie bleiben etwas, was zu den Messungen als solchen erst hinzukommt. Diese beziehen sich unmittelbar immer nur auf die Bedingungen und Wirkungen der psychischen Vorgänge, was diese selbst betrifft, wird aus ihnen erst erschlossen. Auch sind diese Schlüsse nicht so einfach, dass sie sich als eine selbstverständliche Ergänzung der Messung unter diesen Begriff mitbefassen liessen; wenn vielmehr für dieselben ein so complicirtes Verfahren angewendet werden muss, wie dies thatsächlich der Fall ist, so wird das, was ich über die Unsicherheit der Bestimmung (d. h. in diesem Zusammenhange: der Messung) der kürzesten Dauer psychischer Akte gesagt habe, der Begründung nicht entbehren. Alle jene zusammengesetzten Maassmethoden haben ja nur den Zweck, die Ungenauigkeit der durch die directe psychophysiche Messung gefundenen psychologischen Ergebnisse zu berichtigen. Bedürfte es aber für dieselbe eines weiteren Beweises, so läge er in einer Erscheinung, welcher WUNDT, Physiol. Psychol. II, 265 ff., die gebührende Aufmerksamkeit zuwendet: der bei Beobachtungen nicht selten vorkommenden negativen Zeitverschiebung. Wenn es geschehen kann, dass ein Sinneseindruck (wie WUNDT sich ausdrückt) »appercipirt wird, ehe er wirklich stattfindet«, d. h. dass unter der Einwirkung einer gespannten Erwartung ein Erinnerungsbild den Anschein eines Wahrnehmungsbildes gewinnt und die an das letztere geknüpfte Reaction der Aufmerksamkeit oder des Willens hervorruft, und wenn dies bei einer gewissen Anordnung der Versuche sogar der häufigere Fall ist, so beweist dies doch zur Genüge, dass die Vorgänge, um die es sich hier handelt, viel zu verwickelt sind, um die einfache Anwendung der psychophysischen Messungen auf die psychischen Thätigkeiten zu erlauben. Ob aber auf anderem Wege sich die Grundlage für Schlüsse auf jene gewinnen lasse, und welche Zuverlässigkeit diesen Schlüssen zukomme, hatte ich, wie gesagt, innerhalb der Aufgabe meiner Abhandlung nicht zu untersuchen, und wenn sich mein Kritiker deshalb, weil ich dies nicht gethan habe, berechtigt glaubt, mir

zu sagen, man verlange sonst bei wissenschaftlichen Arbeiten, »dass sich ein Autor, ehe er über einen bestimmten Gegenstand seine Meinung äussert, nicht nur mit der älteren sondern auch mit der neueren Litteratur desselben einigermassen bekannt gemacht habe«, so kann ich diese Zurechtweisung, über deren Angemessenheit im übrigen Andere urtheilen mögen, nicht annehmen. Meine Bemerkungen über die Möglichkeit genauer psychischer Messungen bleiben auch dann in ihrem Rechte, wenn sich durch Schlüsse aus den psychophysischen Messungen für die geistigen Thätigkeiten genauere Maassbestimmungen finden lassen, als auf directem Wege. Dass diese Schlüsse ohnedies immer nur für dasjenige Gebiet gelten, für welches die thatsächlichen Voraussetzungen derselben wirklich nachgewiesen sind, dass man daher nicht von der Dauer der psychischen Akte sprechen darf, wo man nur gewisse Arten psychischer Akte untersucht hat, versteht sich zwar von selbst; da es aber denn doch geschehen ist, dass man Bestimmungen, die nur für Sinnesempfindungen nachgewiesen worden waren, auf alle Vorstellungen überhaupt ausdehnte, und da dies fortwährend geschieht, wird es nicht überflüssig sein, auch hieran ausdrücklich zu erinnern.

Um die Geschwindigkeit psychischer Thätigkeiten mittelst eines Verfahrens zu messen, das nicht blos auf die Sinnesthätigkeiten anwendbar ist, würde sich kaum ein anderer Weg darbieten, als der, dass man die Anzahl der einzelnen Akte ausmittelte, aus denen sich eine Thätigkeit von messbarer Dauer zusammensetzt. Ist diese bekannt, so lässt sich einerseits die Durchschnittsdauer jedes solchen Akts leicht berechnen, andererseits könnte man, wie bemerkt, wenn wir die elementaren Akte von gleicher Durchschnittsdauer als »gleichwerthige« bezeichnen wollen, die Geschwindigkeit jeder psychischen Thätigkeit der Zahl ihrer in der gleichen Zeit vollzogenen gleichwerthigen Elemente proportional setzen. Wenn aber auch dieses Verfahren nicht absolut unanwendbar ist, und wenn das, was ich hierüber a. a. O. geäussert habe, insofern einer Beschränkung bedarf, so scheint es doch nur in sehr engen Grenzen anwendbar zu sein. Man kann nicht blos feststellen, wie viele aufeinanderfolgende Sinneseindrücke einer gewissen Art sich durchschnittlich in einer bestimmten Zeit in deutlich unterschiedenen Empfindungen appercipiren lassen, sondern man kann unter Umständen auch in anderen Fällen, in denen eine psychische Thätigkeit aus gleichartigen Elementen besteht, die Zahl dieser elementaren Akte berechnen. Gesetzt z. B. es sei durch wiederholte Versuche festgestellt, dass sich jemand die sämmtlichen Zahlen von 1 bis 100 bei abgekürztem Ausdruck der zwischen 20 und 29, 30 und 39 u. s. f. liegenden, dreimal in einer Minute der

Reihenfolge nach innerlich vergegenwärtigen könne, so würde sich hieraus die Zahl der Laute, die er sich vergegenwärtigt hat, und weiter auch die Zeit berechnen lassen, die er zur gedächtnissmässigen Reproduction eines dieser Laute durchschnittlich gebraucht hat: sie würde unter den angegebenen Voraussetzungen etwas weniger als $^1/_{20}$ Secunde betragen. Aber ganz rein wäre das Resultat sogar in diesem einfachsten Falle nicht, weil die, wenn auch noch so kleine Zeit ausser Rechnung gelassen wäre, die der Uebergang von dem einen Lautgebilde zu dem andern selbst bei so fest associirten Vorstellungen doch immer erfordert. Noch schwerer wäre es, auf diesem Wege aus der Beobachtung etwas verwickelterer Vorgänge die durchschnittliche Dauer der einfachsten Akte, aus denen sie bestehen, zu ermitteln, weil die Bestandtheile derselben zu verschiedenartig sind, um die Voraussetzung zu gestatten, dass sie alle einen im wesentlichen gleich langen Verlauf haben. Es werden daher immer verhältnissmässig nur wenige Fälle sein, für welche sich diese Methode psychischer Zeitmessung eignet. Und auch bei ihnen müssen wir zwischen der eigentlichen Messung, der sich nur die zusammengesetzteren Vorgänge unterziehen lassen, und den aus ihnen abgeleiteten Berechnungen unterscheiden. Die erstere ist uns immer nur so weit möglich, als uns ein seinem Anfangs- und Endpunkt nach bestimmt abgegrenzter Verlauf vorliegt, dessen Dauer mit der einer gleichzeitigen mechanischen Bewegung zusammenfällt.

Diese Bemerkungen machen natürlich so wenig, wie meine frühere Abhandlung, den Anspruch, die Fragen, auf welche sie sich beziehen, irgend zu erschöpfen. Aber vielleicht können sie doch dazu dienen, einige von den Punkten, um die es sich dabei handelt, in ein etwas helleres Licht zu stellen.

Ausgegeben am 23. März.

1882.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

23. März. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar, Hr. du Bois-Reymond, eröffnete die Sitzung mit folgenden Worten:

Wenn Friedrich's des Grossen und Leibniz' Gedenktag die Akademie in die Zeiten ihrer ersten Entstehung und ihrer Wiedergeburt versetzen, so lenkt die heutige Feier den Blick auf die Gegenwart.

Wer, seiner Natur nach ein Akademiker alten Schlages, am liebsten fern vom Lärm des Marktes, vom Hader der Agora, ja vom erfreulichen Gedränge des Lehrsaales ein beschauliches Leben führte, nur bedacht auf Häufung von Wissensschätzen, Lösung geistiger Aufgaben, Erweiterung des inneren Gesichtskreises: der sehnt sich jetzt wohl manchmal nach der ungestörten Ruhe, dem behaglichen Halbdunkel einer mittelalterlichen Benedictinerzelle. Glückliche Mönche von Monte Casino, von Montserrat! Wohlgeborgen im trüben Gewoge der Völkerfluth, saht Ihr aus Eurer stillen Höhe herab auf die Welt, deren Qual und Kampf Euch nicht anfocht.

Aber längst sind die Pforten gesprengt, gefallen die Mauern. Misstönig bescheint der grelle Tag Gerümpel und Staub in Faust's Studirzimmer. Das unerbittliche Heute duldet kein friedseliges Traumleben mehr. Wir brauchen keinen Mephisto, uns in's wirkliche Leben zu locken: mit tausend bald derben, bald schmeichelnden Händen packt es uns, und statt des Zaubermantels ist uns das Dampfross

genug. Wir haben nur Mühe, diesen Forderungen zu widerstehen; im Strudel, der uns mit sich reisst, unsere Besinnung zu behalten; die uns auferlegte äussere Arbeit zu verrichten, und doch der inneren Arbeit treu zu bleiben, welche unser eigenster Beruf ist. Wir können nicht mehr, wie Unseresgleichen in früherer Zeit, frei persönlichen Neigungen folgen, nur die Gaben pflegen, die etwa ein Gott uns verlieh. Von Kindheit an gehören wir dem Staat. Jede Ausnahmsstellung schwand. Prüfungen, Kriegsdienst, Bürgerpflichten sind Allen gemein; und sogar der Politik sich nicht ganz zu entziehen, erscheint als Gebot, mag man auch den unverhältnissmässigen Platz tadeln, den ihre unfruchtbaren Aufregungen, ihre Eintagstriumphe, ihr widriges Parteigezänk im heutigen Culturleben einnehmen.

Und wie wenig erquicklich ist, in mancherlei Hinsichten, dieses Lebens jüngste Gestaltung! Die Hydra krankhaft gesteigerten Nationalgefühles erhebt rings Haupt um Haupt, und entzweit sogar die bisher als Glieder Einer Gemeinde sich fühlenden Gelehrten verschiedener Länder. Völker, die für ihren Ruhm noch nichts thaten, als gelegentlich sich wacker schlagen, machen laut prahlend den Vorrang solchen streitig, die ein Jahrtausend geistigen Schaffens hinter sich haben. Statt dynastischer, drohen ungleich grässlichere Rassen-Kriege, ohne dass Religions-Kriege viel anders als dem Namen nach aufhörten. Wurden nicht die beiden letzten Jahre Zeugen einer Bewegung, deren Schmach wir bei uns für so unmöglich hielten wie Folter, Hexenprocesse und Menschenhandel? Dabei unterfängt sich sentimentale Ignoranz, deren immerhin wohlmeinendes Treiben sich von verläumderischer Angeberei und sträflichem Hetzen in seiner Wirkung nicht unterscheidet, wissenschaftliche Untersuchungsmethoden als frevelhaft zu brandmarken, welche Robert Hooke im Schoosse der alten *Royal Society*, der gottesfürchtige Haller unbedenklich übten.

Aber auch die neuere Entwickelung des wissenschaftlichen Lebens selber lässt wenig ansprechende Züge erkennen. Bis zum Verschwinden selten ward beim nachwachsenden Geschlecht langathmiges, idealen Zielen aufopfernd zugekehrtes Streben. Auf hohen Ruhm verzichtend bringen tausend emsige Arbeiter täglich zahllose Einzelheiten hervor, unbekümmert um innere und äussere Vollendung, nur bemüht, einen Augenblick die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen und den besten Preis für ihre Waare zu erschwingen. An Stelle edler Hetaerien trat in oft sehr gehässiger Form rücksichtsloser Kampf um's Dasein. Die Einen blicken auf die Anderen mit den Empfindungen von Goldgräbern, jedoch mit weniger Vertrauen, denn in den *Diggings* herrscht eine Art Recht. Wer einen reichen *Claim* erwarb, kann ihn ruhig ausbeuten, ohne dass Andere sich in den Mitbesitz drängen.

Der Strom der Erkenntniss spaltet sich in immer zahlreichere, immer unbedeutendere Rinnsale, und läuft Gefahr, in Sand und Sumpf sich zu verlaufen. In der vorwärts treibenden Hast gilt jeder Stillstand zum Über- oder Rückblick für Zeitverlust. Mit der geschichtlichen Betrachtung ging einer der fruchtbarsten Keime des Grossen verloren, Carlyle's *Hero-worship;* mit der zusammenfassenden Übersicht die Möglichkeit, die einzelnen Zweige der Wissenschaft mit einander zu vergleichen, den einen den anderen erhellen und befruchten zu lassen. An Stelle gesunder Verallgemeinerung aber regt sich wieder in Deutschland die erbliche Neigung zu ungezügelter Speculation. Im Abscheu der falschen Naturphilosophie erwachsen, müssen wir erleben, dass das uns folgende Geschlecht, welches wir strenge geschult zu haben glaubten, in Fehler zurückfällt, von denen das Geschlecht vor uns sich zürnend abwandte.

Allgemein endlich klagt man, dass je freigebiger Laboratorien und Seminare ausgestattet seien, je reichlichere Mittel zu wissenschaftlichen Reisen und Unternehmungen aller Art fliessen, um so gleichgültiger verhalte sich die Jugend gegenüber Schätzen und Spenden, die zu unserer Zeit, ach! uns so hoch beglückt hätten; und um so seltener werden Erscheinungen, die über die Mittelmässigkeit hinausragen.

Zu diesen bedenklichen Zeichen in der Wissenschaft selber kommt noch die Umgestaltung des menschlichen Daseins durch die neuere Entwickelung der Technik, welche die durch die Entdeckung Amerika's, die Erfindung des Schiesspulvers und der Buchdruckerkunst herbeigeführte weit übertrifft. Die Fülle der dabei in's Spiel kommenden Mittel und Kräfte wirkt durch unzählige Verkettungen auf alle Kreise und Schichten der Gesellschaft zurück, und der endliche Sieg des Utilitarismus, dessen Lehren ohnehin der Menge stets einleuchteten, scheint nah.

So sieht man für die reine Wissenschaft mit Besorgniss einer schlimmen Zeit entgegen, ohne bestimmte Hoffnung auf baldigen günstigen Umschwung. Fast ist es, als wohnte man einer allmählich unaufhaltsam sich vollziehenden Wandlung bei, wie die Erdoberfläche sie in geologischen Urzeiten erfuhr, wo im Gefolge geographisch-physikalischer und klimatischer Änderungen eine sogenannte Schöpfungsperiode einer anderen wich, — und die Rolle der untergehenden Schöpfung fiele uns zu. Die Akademien wären gleichsam aus der früheren in die neue Schöpfung vereinzelt herüberragende Gestalten von fortan zweifelhafter Berechtigung zum Dasein, wie Thier- und Pflanzenwelt einige bieten. In der That, man braucht kein sehr feines Ohr, um die missgünstigen Fragen zu vernehmen: Wozu diese starren Formen inmitten eines unbekümmert daran vorbeirauschenden

Lebensstromes? Inmitten allgemeiner Demokratisirung, wozu ein goldenes Buch? Oder um das epidemische Wort auszusprechen, wozu ein Gelehrten-Ring?

Das sind die Betrachtungen, in denen sich heutzutage einer der modernen Heraklite ergehen könnte, ein Adept jener zum Pessimismus sich zuspitzenden Weltweisheit, welche man als neueste Phase des deutschen Philosophirens preist. Uns Berliner Akademikern wird es vielleicht gestattet sein, bei unseres Stifters Optimismus zu bleiben.

Um den heutigen Zustand der Wissenschaft, des einzelnen Forschers, der gelehrten Körperschaften richtig zu beurtheilen, muss man sich gleichsam aus dem Gewühl der Einzelkämpfe auf eine Höhe begeben, von der man den Gang der Schlacht, den Zusammenhang der fortschreitenden Massen, den sich schliessenden siegreichen Kreis, den sich verwirklichenden Plan übersieht; und eine moderne Völkerschlacht ist schwerer mit dem Blick zu umfassen als ein Homerisches Scharmützel. Vom richtigen Standpunkte zeigt sich dann das tröstliche, ja erhebende Gegentheil von dem, was bei engem Gesichtskreise zum Theil schief und unvollständig erfasst, im Vorigen beklagt wurde. Nie war die Wissenschaft entfernt so reich an den erhabensten Verallgemeinerungen. Nie stellte sie in ihren Zielen, ihren Ergebnissen eine grossartigere Einheit dar. Nie schritt sie rascher, zweckbewusster, mit gewaltigeren Methoden voran, und nie fand zwischen ihren verschiedenen Zweigen lebhaftere Wechselwirkung statt. Endlich nie hatten Akademien überhaupt einen so offenbaren Beruf, und übte wenigstens die unsrige einen grösseren Einfluss.

So ungerecht ist die Anschuldigung, die heutige Wissenschaft zersplittere sich in Einzelheiten, dass man bis auf Newton's Zeit zurückgehen muss, um einem Beispiel einer ähnlichen Erweiterung unserer theoretischen Vorstellungen zu begegnen, wie sie der Lehre von der Erhaltung der Energie und von der Bewegung, die wir Wärme nennen, entsprang. Wie damals der Fall der Körper, die Bewegung der Gestirne, Brechung und Beugung des Lichtes, Capillarität, Ebbe und Fluth als Äusserungen derselben Eigenschaften der Materie erkannt wurden, so umfasst, durch die Arbeiten unserer Generation von Forschern, jetzt ein Princip die Gesammtheit der dem Versuch, der messenden Beobachtung und der Rechnung zugänglichen Erscheinungen: Mechanik, Akustik, Optik, den Proteus Elektricität, die Wärme und die spannkräftigen Phaenomene der Gase und Dämpfe. Dies Princip ist nicht bloss, wie die allgemeine Schwere, ein gegebener Erfahrungssatz, es trifft zusammen mit der letzten Grundbedingung unseres Intellects. Daher sein heuristischer Werth; deshalb reicht es weit über den Bereich seiner strengen Bewährung hinaus. Es erlaubt den

Aether zu wägen und die Atome zu messen. Der durch die Sonnenstrahlung unterhaltene Kreislauf der Gewässer auf Erden gehorcht ihm wie der durch dieselbe Strahlung bewirkte Kreislauf der Materie durch Pflanze und Thier. Vor- und rückwärts den »Corridoren der Zeit« entlang, wie jüngst der Königliche Astronom von Irland in kühner Metapher sich ausdrückte[1], führt es den Weg, und beantwortet jene für den Denker sehr praktischen Fragen nach Anfang und Ende der Welt, mit Angabe der Fehlergrenzen, als handelte es sich um Messung im Laboratorium. Aber dieselbe Zauberformel lässt sich auch zu praktischer Auskunft im gewöhnlichen Sinne herbei, und zeigt dem Maschinenbauer, wie er mit der kleinsten Menge Kohle den verlangten Erfolg in Gestalt mechanischer Kraft, elektrischen Stromes oder Lichtes erzielt.

Die anorganische und die organische Chemie, von Anbeginn geschieden, erkennen jetzt in der Quantivalenz der Atome einen Alles beherrschenden Grundgedanken an.

Wie Mechanik und Physik in der Erhaltung der Energie, die Chemie in der Werthigkeitslehre ihren Leitstern fanden, so wurde das Gebiet des Lebens durch die Descendenztheorie zu Einem Bilde zusammengefasst, welches die unermessliche Gestaltenfülle der Gegenwart mit den unscheinbaren Spuren entlegenster Vergangenheit in einem Rahmen vereint. Der Bann der Cuvier'schen Anschauungen, dem sich Johannes Müller widerstrebend fügte, ist gebrochen. An Stelle des leblosen Systems der älteren Schule schwebt uns jener Darwin'sche Baum vor, in dessen immergrüner Krone der Mensch selber nur ein Zweig ist. Wie zu Sammlungen ausgestopfter oder in Weingeist bewahrter Thiere zoologische Gärten und Stationen, zu Herbarien botanische Gärten, so verhält sich zur älteren Wissenschaft die neue Kunde von Pflanze und Thier, die Biologie. Eine gleichsam zu den einzelnen Lebensformen auseinandergefallene Entwickelungsgeschichte, führt sie durch Palaeontologie und Geologie zurück bis zur feurig flüssigen Jugend unseres Planeten, und reicht hier in der Nebularhypothese der Lehre von der Erhaltung der Energie die Hand, während Anthropologie, Ethnographie, Urgeschichte die Brücke schlagen zur Linguistik, der Erkenntnisstheorie und den historischen Wissenschaften.

Die Betrachtung der Lebensvorgänge an sich, die Physiologie, hat die Larvenhülle des Vitalismus abgestreift, und sich als angewandte Physik und Chemie entpuppt. Während der ersten Hälfte des Jahrhunderts gaben sich die Physiologen in Deutschland, wie in England und Frankreich zum Theil noch heute, nur mit Morphologie und höchstens Thierversuchen ab; seit einem Menschenalter sind bei uns

alle geistigen und instrumentalen Hülfsmittel des Physikers, alle Künste des Chemikers im physiologischen Laboratorium eingebürgert, und erhielten sogar daraus manchen Zuwachs. Nichts beweist besser die rege Wechselwirkung der verschiedenen Wissenszweige in der Gegenwart, als dass Versuche über Urzeugung der Chirurgie zum grössten Fortschritt verhalfen, der ihr seit Ambroise Paré gelang, der Pathologie zur Einsicht in das Wesen der verheerendsten Infectionskrankheit, der Lungentuberculose.

Auch Wissenschaften, deren Kreise früher kaum je sich schnitten, näherten sich einander. Die Siege der inductiven Methode machten Historiker und Sprachforscher wie Thomas Buckle und Max Müller begierig, sich derselben Vortheile zu bemeistern, da sich denn ergab, dass zwischen ihrer Thätigkeit und der des Naturforschers im Grunde kein so grosser Unterschied ist: natürlich nicht, denn Induction ist in der Praxis nur scharfsinnig angewendeter gesunder Menschenverstand. Dem Ineinandergreifen archaeologischer und naturwissenschaftlicher Bemühungen verdanken wir eine grundlegende Errungenschaft der Neuzeit, die von den dänischen Gelehrten Forchhammer, Steenstrup, Thomsen, Worsaae im Verein geschaffene Lehre von den Urzuständen der Menschheit, welche oft reizvoller ist, als wirkliche Geschichte.

Es wäre überflüssig, dies Bild weiter auszumalen. Wie es ist, genügt es zum Beweise, dass nur trüglicher Anschein uns die heutige Wissenschaft in lauter einseitig geführte, gegen einander abgegrenzte Einzeluntersuchungen aufgelöst zeigt, und dass die Behauptung, ihr fehle es an allgemeinen Gedanken, den Wald vor Bäumen nicht sieht. Aber freilich, dass in den nächsten Jahrzehenden nicht gleich wieder Theorien solcher Tragweite an's Licht treten werden, wie Erhaltung der Energie und Abstammungslehre, ist schon deshalb wahrscheinlich, weil kaum eine dritte gleich folgenschwere Theorie denkbar ist. Daher mag sich wohl wiederholen, was Dove etwa von der Mitte des vorigen Jahrhunderts sagt: »Dem Impulse, welchen die Naturwissen»schaften zur Zeit Newton's durch das Zusammenwirken jener grossen »Talente erhielten, entspricht nicht ein ebenso rascher Fortschritt in »der folgenden Periode. Es bedurfte einer Zeit, jene Gedanken, welche »in den verschiedenen Gebieten auf eine so grossartige Weise angeregt »worden waren, zu verarbeiten, sie im Detail der Erscheinungen zu »rechtfertigen, das skizzirte Schema durch den Inhalt zu erfüllen, »welchen schärfere Beobachtungen in immer grösserem Reichthume »darboten.«[2]

Zugleich mit den zu verarbeitenden allgemeinen Gedanken entstanden nun auch noch Untersuchungsmethoden wie Spectralanalyse und Chronoskopie, welche ehedem ganz ungeahnte Aufschlüsse ermög-

lichen. Den beobachtenden Wissenschaften führten nicht nur der gleichfalls über jeden früheren Begriff gesteigerte Weltverkehr, die so viel häufigeren wissenschaftlichen Reisen eine überschwengliche Fülle neuen Stoffes zu, sondern auch in den zoologischen Stationen erschloss sich ihnen eine für lange Zeit unerschöpfliche Fundgrube. Die in grossem Stil, auf den verschiedensten Punkten des alten Culturbodens methodisch betriebenen Ausgrabungen überschütten die Alterthumsforscher mit einem Übermaass von Funden, welches den Fleiss von Generationen herausfordert.

Was kann da erwünschter sein, als dass Schaaren von Arbeitern, die sich an Lösung beschränkter Aufgaben genügen lassen, mit rastloser Geschäftigkeit alle Plätze besetzen? Warum soll es nicht im Betriebe der Wissenschaft, wie in dem einer Fabrik, Leute am Schraubstock geben, die vortreffliche Dienste leisten, wenn sie auch nicht wissen, was aus dem Stücke wird, an dem sie feilen, Werkführer, die es einzufügen verstehen, doch über die Bestimmung des Ganzen noch im Unklaren sind, und noch weiter blickende, tiefer eingeweihte Meister?

Was Wunder sodann, dass in der erstaunlich angewachsenen Menge der Berufenen nicht Alle auserwählet und gleich reines Herzens, nicht alle Gäste der Hochzeit werth sind? Über Mangel an hervorragenden Talenten bei gehobenem allgemeinem Stande der Bildung klagt auch die Kunst; abgesehen von Zufälligkeiten in der Erzeugung von Talenten liegt vielleicht nur Täuschung vor durch die unmerkliche Abstufung so vieler Mitbewerber. Der Überfluss an dargebotenen Hülfsmitteln entwerthet diese naturgemäss nach bekannten Gesetzen der Statik der Leidenschaften. Endlich wenn bei bedenklichen gesellschaftlichen Zuständen nicht bloss absolut, sondern auch relativ mehr junge Leute sich finden als sonst, denen Wissenschaft nicht die hohe, die himmlische Göttin, sondern eine milchende Kuh ist: so verschlägt das dem grossen Ganzen wenig. Hier, wie in vielen anderen menschlichen Dingen, sprechen ethische und aesthetische Forderungen leider erst in zweiter Linie mit.

Vielmehr kommt Alles darauf an, dass etwas, weniger darauf, wie es geleistet werde. Je fleissiger und an je mehr Stellen aus irgend welchen Beweggründen geschafft wird, um so schneller geht die scheinbare Stockung vorüber, um so sicherer und breiter wird für neue grosse Aufstellungen der Grund gelegt. Mag es Jahre dauern oder Jahrzehende, der Tag erscheint, wo nicht mehr zerstreut durch einen Schwarm vor Allem Erledigung heischender Fragen, die Forschung ihre Kräfte zum Angriff auf die höchsten uns jetzt vorschwebenden Aufgaben sammelt: Was ist Schwere? Was Elektricität? Was

der Mechanismus chemischer Verbindung? Und was die Zusammensetzung der bisher unzerlegten Stoffe? Sie wird sie lösen, denn je unbedingter wir Grenzen des Naturerkennens setzen, um so zuversichtlicher bauen wir auf die Möglichkeit des Erkennens innerhalb dieser Grenzen. Jenseit jener Aufgaben thürmen sich dann andere; und so wiederholt sich in's Unbestimmte der periodische Wechsel im Entwickelungsgange der menschlichen Erkenntniss.

Das unvergleichliche Schauspiel, zu welchem Paris die gebildete Welt im vorigen Herbste lud, zeigte nicht nur, dass trotz dem Völkerzwist die Wissenschaft ihre verbindende Kraft noch übt, sondern es lehrte zugleich besser als alle Worte, dass, wenn die blendende Entfaltung der Technik in der Neuzeit den Sinn für die reine Wissenschaft abstumpft, sie anderweitig diesen Schaden tausendfach vergütet. Die elektrischen Apparate von vor dreissig Jahren fasste ein mässig geräumiges Zimmer; die heutigen, freilich meist in mehreren Exemplaren vorhanden, füllten ein Weltausstellungsgebäude. Zu Hrn. WIEDEMANN's *Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus* bemerkte EILHARD MITSCHERLICH, nichts zeuge beredter von der Macht des Menschengeistes, als dies mit lauter Thatsachen, welche Physiker schufen, erfüllte Buch. Tief in Gedanken durchwandelte man, dies Wort erwägend, den von elektrischem Licht durchblitzten, von elektrischen Triebwerken durchsausten Zauberpalast der Elysaeischen Felder.

Man spricht von Amerikanismus in unfreundlichem Sinne, indem man damit den cynisch auf den Schild gehobenen Utilitarismus meint. Aber wer empfand nicht für das alte Europa patriotische Beklemmungen bei den Wundern des Telephons, des Phonographen? oder bei der Kunde von der durch ASAPH HALL mit ALVAN CLARK's Objectiven bestätigten Entdeckung der Astronomen von Laputa?[3] Fast kein Jahr vergeht, ohne dass uns die Zeitungen von einer neuen grossartigen Stiftung für Zwecke der reinen Wissenschaft Nachricht geben, welche amerikanischer Bürgersinn durch Privatmittel, wie sie diesseit des Wassers nur England kennt, in's Leben rief. Die Namen amerikanischer Geschichtschreiber, Denker und Sprachforscher werden mit den besten genannt, und sind besonders dieser Akademie werth und theuer. Wir müssen uns an den Gedanken gewöhnen, dass, wie der volkswirthschaftliche Schwerpunkt der civilisirten Welt wohl schon jetzt, nach Art des Schwerpunktes eines Doppelsterns, zwischen Altem und Neuem Continent im Atlantischen Ocean liegt, so auch der wissenschaftliche Schwerpunkt mit der Zeit sich stark nach West verschieben werde. Genug, Europa mag sich hüten, dass seiner Wissenschaft der ihm durch die Chauvins aller Nationalitäten aufgezwungene Militarismus nicht gefährlicher werde, als der amerikanischen der Utilitarismus.

In einem Punkt indess, darauf können wir wohl rechnen, wird uns die Hegemonie so bald nicht entwunden. Das Zusammenwirken einer in festen Formen stets zur Vollzähligkeit ergänzten, die Gesammtheit des Wissens möglichst vertretenden, vom Staate getragenen Körperschaft, deren Alter und ruhmvolle Vergangenheit ihren Entscheidungen Gewicht verleihen, ist ein auch durch die grössten Mittel und Anstrengungen nicht über Nacht zu schaffendes Moment. Geniale Erfinder, einzelne noch so verdienstvolle Gelehrte und Forscher vermögen im wissenschaftlichen Leben einer Nation Akademien nicht zu ersetzen. Natürlich war die Hauptsache, dass das Telephon erfunden wurde; bezeichnend ist doch, dass dessen Erklärung Mitgliedern unserer Akademie vorbehalten blieb.

Zur Zeit der Gründung der älteren Akademien machten diese fast allein die wissenschaftliche Welt aus. In den Universitäten hatten die sogenannten professionellen Facultäten noch ganz die Oberhand über die philosophische, in welcher classische Philologie vorwog. Die Akademien verkehrten wohl unter sich, wirkten aber kaum anders als durch Preisaufgaben auf die ihnen sehr fremd gegenüberstehende Aussenwelt. Auch noch bei den vergleichsweise idyllischen Zuständen der ersten Hälfte des Jahrhunderts durften sie mehr auf Erfüllung ihres inneren Berufes, ihre eigenen wissenschaftlichen Arbeiten sich beschränken.

Bei dem massenhaften Zudrange von Kräften aller Art und jedes Ranges, der atomisirenden Zersplitterung der Arbeit um uns her; bei den ungeregelten Anmaassungen, dem kurzen Gedächtniss, dem überhandnehmenden banausischen Treiben des heutigen Geschlechtes ward den Akademien neben dem inneren noch ein wichtiger äusserer Beruf. Ihres Amtes ist es, in der Theilung der Arbeit den Zusammenhang, in der Flucht der Tageserscheinungen die Einsicht in das Werden der Erkenntniss zu wahren. Neben den gefährlichen Verlockungen der Technik sollen sie den reinen Reiz der Wissenschaft zur Geltung bringen. Deren Heiligthum, die Methode, ist in ihrer Hut; in Deutschland aber, wo die falschen Götter verworrener Speculation immer wieder willige Baalsdiener finden, liegt ihnen noch besonders ob, diese Götzen, wo sie eingeschmuggelt werden sollten, aus dem Tempel zu werfen und deren Priester von sich zu stossen.

Die nothwendige Ergänzung einer Wirkung der Akademien nach aussen ist nicht minder lebendige Rückwirkung von aussen auf die Akademien, eine Wechselwirkung, zu der es schneller und schlagfertiger Organe bedarf. Solchen Anforderungen »dieser raschen wirbelfüss'gen Zeit« genügten die altehrwürdigen, aber etwas schwerfälligen Formen nicht, in denen unsere Körperschaft sich seit Jahrzehenden

behaglich bewegte. Es versagten ihre Wirkung unsere träg und unregelmässig erscheinenden »Monatsberichte«, welche im Kampf mit zahllosen um Luft und Licht ringenden Fachzeitschriften erstickten.

Die Akademie hat daher in ihren Einrichtungen und ihrem Geschäftsgange ziemlich eingreifende Änderungen getroffen, welche im vorigen Jahre die Sanction ihres unmittelbaren Beschützers, Seiner Majestät des Kaisers und Königs, erhielten. Sie hat unter Anderem die Zahl ihrer Classensitzungen auf Kosten der ihrer Gesammtsitzungen verdoppelt, und um mit der Entstehung neuer Zweige der Wissenschaft einigermaassen Schritt zu halten, die Zahl ihrer ordentlichen Mitglieder um vier erhöht.

Dem schon länger bewährten Beispiel ihrer berühmten Pariser Schwester folgend entschloss sie sich sodann nicht ohne Widerstreben, eine Art der Veröffentlichung ihrer Verhandlungen eintreten zu lassen, welche durch wöchentliche »Sitzungsberichte« dem Bedürfniss schnellster Bekanntwerdung der Mittheilungen sowohl von Mitgliedern der Akademie, wie von Fremden genügt. Doch bleibt bei unserer Einrichtung die Möglichkeit, im gleichen Rahmen auch wie früher ausführlicheren und minder dringlichen Darlegungen einen Platz zu gewähren. Das Äussere der neuen »Berichte« soll, wie hoffentlich ihr Gehalt, der ersten wissenschaftlichen Körperschaft des Reiches sich würdig zeigen; und um dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Leserkreise den ihn näher angehenden Theil des Stoffes der »Sitzungsberichte« in bequemerer Form darzubieten, beschloss die physikalisch-mathematische Classe, einen Auszug aus diesen Berichten unter dem Titel: »Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen« zu veranstalten.

Nicht leicht bleiben gegenwärtig, wenigstens in der Naturwissenschaft, irgend bedeutende und zugängliche Fragen länger unbearbeitet. Stellung von Preisfragen und Krönung der besten Antwort passen daher weniger für unsere Zeit, als die bei den praktischen Engländern übliche Belohnung hervorragender, schon veröffentlichter Leistungen. Theils wegen des Wortlautes der Vermächtnisse, denen sie die Mittel zu mehreren ihrer Preise verdankt, theils aus anderen Gründen hat indess die Akademie im Wesentlichen die erstere Art der Preisertheilung beibehalten. Nur wird sie fortan in grösseren Zwischenräumen höhere Preise ausschreiben, und wenn eine Preisfrage nicht befriedigend beantwortet wurde, steht es in ihrer Macht, dem Urheber einer nicht über drei Jahre alten hervorragenden Leistung auf gleichem Gebiet die Preissumme als Ehrengabe zu überweisen.

Für das Wesen der Akademie ist es entscheidend, dass sie unter

dem Schutze des Staates, dass seine Auctorität hinter der ihrigen steht, soviel dies in wissenschaftlichen Dingen denkbar und wünschenswerth ist. Der Staat bekundet so den Antheil, den er an der Wissenschaft als solcher, an idealen Bestrebungen nimmt. Er drückt dies zunächst durch die Mittel aus, die er der Akademie zu wissenschaftlichen Zwecken zur Verfügung stellt. Im Getöse der grossen Zeitereignisse fand es zu wenig Beachtung, dass eine der ersten Anwendungen, welche der Preussische Staat von seinen erweiterten Hülfsquellen machte, eine Erhöhung der jährlichen Dotation der Akademie war. Von dem dadurch bewirkten Umschwung in den Verhältnissen der Akademie zeugen die Werke, welche nun fast jährlich auf allen Wissensgebieten mit unserer Unterstützung erscheinen; die Untersuchungen aller Art, von epigraphischen und diplomatischen bis zu mikrographischen und palaeontologischen Studien, zu denen wir die Mittel hergeben; das Dampfschiff der zoologischen Station in Neapel, in dessen Kosten wir uns mit dem Staate theilten. Um die Akademie krystallisirt sind mehrere literarische Unternehmungen, deren Ruhm auf sie zurückfällt, wie auch Stiftungen und Institute, deren Mittel ihr zu Gute kommen, sofern sie mehr oder minder unmittelbar darüber verfügt. Fast nie sind wir ohne Reisende, die in entfernten Welttheilen in unserem Namen und Auftrage theils sammeln, theils an Ort und Stelle die Natur oder Denkmäler des Alterthums befragen. Die Namen der Reisenden der Humboldt-Stiftung, um nur von dieser zu reden, Hensel, Schweinfurth, Buchholz, Hildebrandt, Sachs, Finsch, Fritsch sind im Munde aller Kundigen, und zum Theil mit äusserst wichtigen Erfolgen verknüpft. Die Akademie wird sogleich die Berichte vernehmen, welche ihr über den Fortgang jener Unternehmungen und die Thätigkeit eines Theiles der ihr verbundenen Stiftungen und Institute nach unserer neuen Geschäftsordnung heute zu erstatten sind. Die Behauptung, dass ihr Einfluss nie so gross war, wie in diesem Augenblick, wird durch die stattliche Reihe dieser Berichte vollauf bestätigt.

Die erste aller Akademien, jene platonische, von der unlängst Hr. Curtius an dieser Stelle ein beredtes Bild entwarf[4], entstand in einem Freistaat. Seitdem brachte kein republikanisches Gemeinwesen eine dauernde und bedeutende Schöpfung der Art hervor. Nach Hrn. de Candolle's Statistik stellte von Mitte des vorigen bis zu Mitte dieses Jahrhunderts die Schweiz das relativ grösste Contingent zu den auswärtigen und correspondirenden Mitgliedern der Pariser und Berliner Akademien und der *Royal Society*[5]; sie selber gründete keine Akademie. Der Ursprung der *Royal Society* verliert sich in die Stürme der *Commonwealth*[6]; doch waren es nicht Cromwell's Puritaner, welche menschlichem Wissen eine Stätte bereiteten, und der Namen der jungen

Gesellschaft, der auf die anderen gelehrten Vereine Englands, sogar die Göttinger Gesellschaft überging, verräth das Bestreben, sich an monarchische Institutionen anzulehnen. Dass Volksherrschaft Akademien nicht fromme, davon zeugen BAILLY's und LAVOISIER's blutige Häupter, CONDORCET's düsteres Ende. Vollends im socialdemokratischen Staat, der nur das gemeine Nützlichkeitsprincip kennt, wäre für sie kein Platz.

Nicht bloss weil in Preussen Staat und Krone stets Eins waren, führt unsere vom Staat unterhaltene, beschützte und gestützte Körperschaft den Titel einer Königlichen mit besserem Recht als mehrere so sich nennende gelehrte Gesellschaften. Keine von diesen hatte zum Herrscherhause ihres Landes so stätige innige Beziehungen. Der Hohenzollern eigenste Schöpfung, durch gute und böse Zeiten von Preussens Königen auf Händen getragen, zählte die Berliner Akademie sogar deren grössten zu ihren Mitarbeitern. Oft schon wurde hier diesen Erinnerungen freudig dankender Ausdruck gegeben; heut erscheint ein Wort am Platze, welches aussprechen zu dürfen unser stolzes Vorrecht ist.

Kaiser WILHELM als den sieghaften Helden, den Wiederaufrichter des Reiches Deutscher Nation, den Schiedsrichter des Welttheils, den mächtigsten Kriegsherrn und wahren Friedensfürsten, als eine der wunderbarsten Gestalten zu preisen, von welchen einst die Geschichte erzählt, ist Anderer Beruf. An uns ist es zu sagen, was geringeren Wiederhall in der Welt findet, aber in den Augen derer, die an Dingen des Geistes theilnehmen, doch auch ein Lorberblatt in seinem Kranze bedeutet, — dass auf solcher Höhe des Daseins, im Drange so gewaltiger Staatsactionen, unter dem Druck so verzehrender Sorgen, in der Spannung so weltbewegender Fragen, Kaiser WILHELM, im Geiste seines Hauses, für seine Akademie der Wissenschaften stets ein freundlich offenes Ohr gehabt hat.

ANMERKUNGEN.

[1] ROBERT S. BALL, A Glimpse through the Corridors of Time. Lecture delivered at the Midland Institute, Birmingham. October 24, 1881. — In: The Popular Science Monthly. New-York 1882. vol. XX. p. 479.

[2] Die neuere Farbenlehre mit anderen chromatischen Theorien verglichen. Programm vom kgl. Friedrich-Wilhelms-Gymnasium. Berlin 1836. 4°. S. 4.

[3] JONATHAN SWIFT, Gulliver's Travels etc. P. III. Chap. III. (The Works etc. Edinburgh 1768. vol. V. p. 102. 103).

[4] S. oben S. 13.

[5] Histoire des Sciences et des Savants depuis deux Siècles. Genève 1873. p. 186.

[6] ARABELLA B. BUCKLEY, A short History of Natural Science etc. London 1876. p. 124 sq.

Auf diese Rede folgten die Berichte über den Fortgang der literarischen Unternehmungen der Akademie, und über die Thätigkeit der ihr verbundenen Stiftungen und Institute während des seit der letzten gleichnamigen Sitzung verflossenen Jahres.

Hr. Curtius verlas die von Hrn. Mommsen und von Hrn. A. Kirchhoff beziehlich über *die lateinischen und griechischen Inschriften-Sammlungen* erstatteten Berichte.

(1). Von dem lateinischen Inschriftenwerk ist der africanische Band, ein Werk des verstorbenen Prof. G. Wilmanns, nach dessen Tode von Hrn. Mommsen vollendet, zur Ausgabe gelangt. Die beiden Unteritalien umfassenden Bände, so wie der zweite Band der stadtrömischen Abtheilung sind im Druck nahezu vollendet und werden im Laufe des nächsten Jahres erscheinen. Von dem mittelitalischen Band so wie dem, der das südliche Frankreich umfasst, ist der Druck weitergeführt worden. Der Druck der Inschriften des eigentlichen Latiums hat begonnen. Mit Ausschluss der für Nordfrankreich und Westdeutschland bestimmten sind sämmtliche Abtheilungen des Werkes im Druck entweder vollendet oder doch begonnen. Zugleich ist für das erste grössere Supplement, das des von allen zuerst erscheinenden spanischen Bandes, von Hrn. Hübner eine Reise nach Spanien ausgeführt worden und ist dessen Erscheinen demnächst zu erwarten.

(2). Was die Sammlung der Griechischen Inschriften betrifft, so war im letzten Berichte das Erscheinen des Bandes, welcher eine Neubearbeitung der Antiquissimae enthält, um das Ende des abgelaufenen Jahres in Aussicht gestellt worden. Die Gelegenheit aber, welche sich bot, nach Abschluss der Ausgrabungen in Olympia durch Hrn. Dr. Purgold das dort zu Tage gekommene epigraphische Material revidiren und seine Aufnahme vervollständigen zu lassen, durfte nicht unbenutzt bleiben, und um die Ergebnisse dieser sorgfältigen und mühsamen Arbeit für die Sammlung verwerthen zu können, hat der Druck in etwas verlangsamt werden müssen; vor Kurzem ist er indessen zum Abschluss gediehen und der Band nunmehr in der Ausgabe begriffen. Von den Attischen Inschriften ist der zweite Band der dritten Abtheilung, welcher die Sepulcralinschriften der römischen Zeit und die Indices zur dritten Abtheilung enthält, der Vollendung nahe; es würde einer weit früheren Fertigstellung von Seiten der Redaction nichts im Wege gestanden haben, allein die Mittel und Kräfte, über welche die Druckerei verfügt, haben sich der Aufgabe einer schnelleren Bewältigung des Satzes, namentlich der sehr umfangreichen Indices gegenüber, als nicht zureichend erwiesen. Der Druck des zweiten Bandes

der zweiten Abtheilung endlich ist über die Seeurkunden hinaus gediehen; um das Erscheinen nicht allzuweit hinauszuschieben, stellt es sich als nothwendig heraus, das massenhafte Material zu theilen und die Sepulcralinschriften dieses Zeitraumes (vielleicht auch die Weihinschriften) sammt den Indices zur zweiten Abtheilung als dritten Band später nachfolgen zu lassen.

---

(3). Hr. Zeller berichtete über die Herausgabe *der Aristoteles-Commentatoren.*

Von den Commentatoren des Aristoteles gelangten während des verflossenen Jahres die seit längerer Zeit im Drucke befindlichen Bände IX und XI zur Vollendung. Der erstere enthält den Commentar des Simplicius zur Physik B. I—IV, herausgegeben von H. Diels, der zweite desselben Commentar zu De anima von M. Hayduck bearbeitet. Druckfertig gestellt wurden und demnächst zum Abdrucke gelangen sollen Band I, 1 Alexander zu den Priora Analytica von M. Wallies bearbeitet, ferner Band XVI Philoponus zur Physik von G. Vitelli in Florenz und Band XXIII, 1. 2 Sophonias De anima und die wohl demselben Verfasser gehörende Paraphrase der Kategorien von M. Hayduck. Beide Paraphrasen werden hier zum ersten Male im Druck erscheinen. Daneben gieng die Vorbereitung zur Herausgabe der Bände I 2, IV 1 und VIII her. Zu Alexander's Topik wurden die bereitwilligst von der Pariser und Münchener Bibliothek geliehenen Handschriften hier collationirt, bei welcher Gelegenheit auch manches in denselben Handschriften vorliegende Material zu den Commentatoren des Organon verglichen oder abgeschrieben wurde. Hr. P. Corssen war in Venedig thätig, die beiden ältesten Handschriften des Simplicius zu den Kategorien zu vergleichen, so dass dieser wichtige Commentar baldigst in Angriff genommen werden kann. Ausserdem verglich Hr. I. Bruns die maassgebenden Handschriften des Alexander De anima in Venedig und ist beschäftigt, eine Ausgabe dieser und der anderen kleinen Schriften des Alexander zu veranstalten, die eine wesentliche Ergänzung seiner Commentare bilden werden. Hr. Chr. Belger, der Alexander zur Metaphysik seit längerer Zeit bearbeitet, hat sich entschlossen, als Vorläufer dazu den bisher unedirten Asclepius zur Metaphysik herauszugeben. Es lässt sich hoffen, dass diese Arbeit, die durch eine Krankheit des Herausgebers und andere Umstände unterbrochen wurde, im Laufe dieses Jahres zum Abschluss kommt.

---

(4). Hr. DUNCKER berichtete über die Herausgabe *der politischen Correspondenz König FRIEDRICH's II.*

Von der politischen Correspondenz König FRIEDRICH's II. sind im vergangenen Jahre zwei weitere Bände, der sechste und der siebente, veröffentlicht worden. Die Documente der Jahre 1748 und 1749, der ersten Hälfte des Jahres 1750, welche sie umfassen, geben nicht minder wichtige Aufschlüsse als die der früheren Jahre. Auf die letzten Ansätze Frankreichs und Englands, noch kurz vor dem Aachener Frieden Preussen wieder in Bewegung zu bringen, lassen sie volles Licht fallen. England versucht dies durch das Anerbieten einer Allianz, Frankreich durch Hinweisung auf den bedrohlichen Anmarsch der Russen, durch Aufdrängung der Friedensvermittelung. Deutlicher als bisher zu erkennen war, fällt in's Auge, dass der Friede von Aachen für den König nicht der Beginn der Ruhe, sondern der Unruhe war. Nicht die schwierigen Verhandlungen über die Ausführung des Dresdener Friedens mit Österreich, nicht die Bemühungen Österreichs und Russlands, Sachsen, Holland und England zum Beitritt zu ihrem Bündniss, zum Vertrage von Petersburg zu bewegen, sind es, die die Sorge des Königs in erster Linie in Anspruch nehmen. Die unmittelbar dem Aachener Frieden folgende Bedrohung Schwedens durch Russland spannt seinen Blick und seine Energie. Es war nicht zu durchschauen, wie weit Österreich mit Russland auch in dieser Frage einig war, ob England in dieser Frage führte oder geführt wurde.

Kein glänzenderes Zeugniss kann der beharrlichen Friedensliebe des Königs, seiner Voraussicht und Umsicht ausgestellt werden als es die Rathschläge ablegen, die er in diesen, in den folgenden Jahren der schwedischen Regierung unermüdet ertheilt hat. Er mahnt ebenso dringend, Russland nicht den mindesten Vorwand zur Einmischung zu geben als sich auf jede Eventualität gefasst zu halten, er empfiehlt, ebenso gemässigt als fest aufzutreten, er lässt nicht ab, unaufhörlich Nachgiebigkeit und Versöhnlichkeit, Vermeidung jedes Conflicts, jeder Spannung mit den Ständen dringendst anzurathen.

Ebenso vorschauend und umsichtig zeigen die Documente dieser Bände den König um die Ausgleichung der zwischen Schweden und Dänemark bestehenden Differenzen bemüht, nicht minder klar und sicher in dem engeren Verhältniss mit Frankreich, der nicht beabsichtigten Wirkung der russischen Demonstrationen gegen Schweden. In der sehr vorzeitigen Frage der römischen Königswahl, mit welcher GEORG's II. interessirter Eifer das deutsche Reich beschenkte, weiss König FRIEDRICH sich von vorn herein zu bescheiden und Frankreichs kriegerische Aufwallungen zu dämpfen.

Der achte Band: die Correspondenzen der zweiten Hälfte des Jahres 1750 und die des Jahres 1751, befindet sich unter der Presse, der neunte Band, das Jahr 1752 und die erste Hälfte des Jahres 1753, ist in der Handschrift vollendet.

Der emsige Fleiss und die ausdauernde Sorgfalt, mit welcher der Privatdocent Dr. Koser sich der ihm obliegenden Redaction zu unterziehen fortfährt, begründet die Aussicht, dass diese Publication im übernächsten Jahre mit ihrem zehnten und elften Bande bis zum Ausbruche des siebenjährigen Krieges vorrücken wird. Mit dem Eintritt in diese Periode gewinnt die militärische Correspondenz des Königs eine so hohe politische und kriegsgeschichtliche Bedeutung, dass derselben erhöhte Beachtung und breiterer Raum zuzugestehen sein wird als für die Epoche der beiden ersten schlesischen Kriege geschehen ist, aus welcher nur diejenigen Stücke militärischen Charakters Aufnahme in die Correspondenz erhalten haben, die in nächster Verbindung mit den Combinationen der auswärtigen Politik standen. Welche Bedeutung der vollständigen Wiedergabe der militärischen Anordnungen und Befehle des Königs aus der Zeit dieses Krieges für die Geschichte Preussens, für die allgemeine Kriegsgeschichte beiwohnen würde; wie erst mit solcher die Grundlagen für das historische und strategische Urtheil über Kriegsart und Kriegsführung des Königs, für die Kritik zeitgenössischer Überlieferungen zweifelhaftesten Werthes gewonnen sein würden, bedarf keiner Ausführung. Und selbst damit wäre immer noch nicht das Verständniss darüber erschlossen, wie es der König ermöglicht hat, seinem kleinen, armen und mit jedem Kriegsjahre weiter erschöpften Lande die Mittel eines so unvergleichlich ausdauernden Widerstandes abzugewinnen, bevor nicht weiterhin der »politischen Correspondenz« wenigstens zunächst für diese Jahre die Publication der Documente der finanziellen und staatswirthschaftlichen Thätigkeit des Königs zur Seite gestellt sein wird.

Die Fortsetzung der »Preussischen Staatsschriften aus der Regierungszeit Friedrich's II.«, durch Veröffentlichung des zweiten Bandes derselben, der den Zeitraum von 1746 bis 1756 umfassen wird, steht für dieses Jahr in Aussicht; jedenfalls wird der Druck desselben in dieser Frist begonnen werden können. Die Vorarbeiten sind nicht unterbrochen worden, doch schien es zweckmässig, diese nicht abzuschliessen, bevor das gesammte Aktenmaterial bis zum Ausbruche des siebenjährigen Krieges evident vorlag.

---

(5). Hr. Waitz berichtete über die Herausgabe *der Monumenta Germaniae historica.*

Wenn einem Wunsche der Akademie entsprechend schon heute auch eine Mittheilung über die Thätigkeit der Central-Direction der Monumenta Germaniae seit Juli vorigen Jahres gemacht wird, so muss ich mich auf einige kurze Angaben beschränken, da das laufende Verwaltungsjahr noch nicht abgeschlossen ist und die näheren Berichte über die einzelnen Abtheilungen erst in der bevorstehenden Plenarversammlung der Central-Direction abgestattet werden.

Wie ich neulich die Ehre hatte, der Akademie in Abwesenheit des Prof. Mommsen, Leiters der Abtheilung Antiquitates, die von ihm bearbeitete Ausgabe der beiden historischen Werke des Jordanis zu überreichen, so kann ich auch heute nur der Freude Ausdruck geben, dass diese wichtige Arbeit nach dem schweren Misgeschick, dass auch sie betroffen, jetzt vollendet vorliegt. Ein anderer Theil ist dem Abschluss nahe.

In der Abtheilung Scriptores ist der dreizehnte Band zur Ausgabe gekommen. Er enthält, wie früher hervorgehoben ward, den Anfang der reichen Nachträge, die sich im Lauf der Jahre zu den zwölf ersten Bänden, den Geschichtschreibern der karolingischen, sächsischen und fränkischen Periode, angesammelt haben, während der im Druck weit vorgeschrittene sechsundzwanzigste Band in der Publication der Geschichtschreiber bis zum Ausgang des dreizehnten Jahrhunderts fortfährt. Ausser ihm befinden sich zwei andere im Druck. Vollendet ward noch eine neue Octav-Ausgabe des Widukind.

Von der Abtheilung Leges erschien die erste Abtheilung der neuen Ausgabe der Capitularien von Prof. Boretius in Halle, die bis zum Ende der Regierung Karl's des Grossen geht. Auch eine Abtheilung der Formelsammlung von Dr. Zeumer wird bald ausgegeben werden können.

Der Vollendung noch näher ist der zweite Theil der Diplomata von Hofrath Sickel in Wien, welcher die Urkunden Otto I. bis zur Kaiserkrönung enthält.

Auch die Abtheilungen der Epistolae und Antiquitates, von denen diese im vorigen Jahr den ersten reichen Band der Poetae Latini aevi Carolini von Prof. Dümmler in Halle brachte, jene demnächst den Anfang der noch von Pertz gemachten Abschriften aus den vaticanischen Regesten erscheinen lassen wird, sind in gutem Fortgang begriffen.

Das neue Archiv der Gesellschaft, unter Prof. Wattenbach's Leitung, ist um einen weiteren, den siebenten Band, vermehrt.

Grössere Reisen sind in diesem Jahre nur wenige erforderlich gewesen. Doch arbeiteten Professor Tobler in Paris, Dr. Vogel in London u

Cheltenham, Dr. Lichtenstein in Wien, Dr. Simonsfeld in norditalienischen Bibliotheken; Dr. Ewald sammelte auf einer Ferienreise in Spanien manche Nachträge zu der Ausbeute seiner früheren Arbeiten in den Bibliotheken zu Madrid und im Escurial. Einzelne sehr dankenswerthe Vergleichungen empfingen wir aus Rom, Paris und London. Andere Handschriften konnten wie früher hier an Ort und Stelle benutzt werden.

Leider muss ich diesen soweit nur erfreulichen Bericht mit der Erinnerung an den überaus schmerzlichen Verlust, den die Central-Direction erlitten hat, beschliessen. Ihr den Jahren nach jüngstes Mitglied, Prof. Stumpf-Brentano in Innsbruck erlag einer schweren, rasch sich entwickelnden Krankheit. Wie er in der deutschen Geschichtsforschung sich durch seine fleissigen und gründlichen Arbeiten ein dauerndes Andenken gesichert hat, so hat er sich um die jetzige Organisation der Central-Direction, um die Aufrechthaltung der Verbindung unseres das gesammte deutsche Volk und Land umfassenden Unternehmens mit Oesterreich die grössten Verdienste erworben. Die Akademie der Wissenschaften in Wien, die er in unserer Mitte vertrat, hat an seiner Stelle den Hofrath Prof. Maassen gewählt, der auch schon als Bearbeiter der älteren fränkischen Concilien mit der Central-Direction in Verbindung stand.

---

(6). Hr. Conze berichtete über die Thätigkeit *des Kaiserlich deutschen Institutes für archäologische Correspondenz.*

Von der Thätigkeit des Kaiserlich deutschen archäologischen Instituts, welches durch die Zusammensetzung seiner Central-Direction mit der Königlichen Akademie in Verbindung steht, wurden auch im abgelaufenen Jahre dem wissenschaftlichen Publicum die periodisch wiederkehrenden Belege geliefert in den Zeitschriften, welche von den Secretariaten in Rom und Athen und bei der Central-Direction in Berlin fortgeführt wurden: Monumenti, Annali und Bullettino, Mittheilungen, archäologische Zeitung. Die Ephemeris epigraphica hat ihren vierten Band vollendet.

Die Redaction der archäologischen Zeitung liess aber auch eine Separatpublication erscheinen, durch welche ein erheblicher Fortschritt in Erkenntniss der antiken Malerei gemacht worden ist. Hr. Mau hat in seiner Geschichte der decorativen Wandmalerei in Pompeji zum ersten Male durchgreifend in den Wanddecorationen der verschütteten Vesuvstädte die Stufen einer geschichtlichen Entwickelung nachgewiesen, welche hier auf engbegrenztem Locale vom zweiten Jahrhundert v. Chr. an bis zum Untergange von Pompeji und

Herculanum zu verfolgen, im ganzen Umkreise der hellenistisch-römischen Welt sich vollzogen haben muss. Mit ihr schliesst die Geschichte der antiken Malerei. Zur Erforschung früher unscheinbarer Anfänge von Malerei auf griechischem Boden wendet sich dagegen eine von dem athenischen Secretariate den HH. Furtwängler und Löschke übertragene Herausgabe aller bei den Schliemann'schen Ausgrabungen in Mykenai zum Vorschein gekommenen bemalten Thongefässe und -Scherben, sowie stilistisch verwandter Stücke anderer Fundorte. Wir hoffen das Werk etwa in Jahresfrist vollendet zu sehen.

Während den Secretariaten in Rom und Athen der Kreis ihrer Wirksamkeit durch die geographische Lage ihrer Arbeitsstellen einigermaassen vorgeschrieben ist, werden von der Central-Direction, seitdem ihr mit der Gewährung eigener Mittel im Etat des Reichshaushalts eine besondere Thätigkeit ermöglicht ist, Ziele verfolgt, welche durch das Bedürfniss des grossen Ganzen der archäologischen Disciplin vorgezeichnet sind. Immer bestimmter hat sich die Überzeugung gebildet, dass die in's Unübersehliche wachsende Masse der Kunstwerke zur Förderung vollen Verständnisses nach möglichst umfassenden Kategorien gesondert und zusammengefasst werden müsse, wie es zuerst für die Münzen namentlich von Eckhel vorgezeichnet ist, wie Ed. Gerhard hier in dieser Akademie es für die absonderliche Classe der etruskischen Spiegelzeichnungen für seine Zeit durchführte, Hr. Brunn es noch als römischer Secretar des Instituts für die Reliefs der etruskischen Aschenkisten in Angriff nahm. Sowohl die Sammlung der etruskischen Spiegel, als auch die der etruskischen Aschenkistenreliefs fortzuführen, betreibt das Institut gegenwärtig. Daneben ist die Sammlung der römischen Sarkophagreliefs und die der antiken Terracotten nunmehr bereits seit Jahren in fortschreitender Arbeit, bei den Sarkophagen gegenwärtig namentlich an dem reichsten Fundplatze in Rom selbst; von den Terracotten hoffen wir den zweiten Band, Sicilien umfassend, bald erscheinen zu sehen. Für diese Serien sind die HH. Körte, Robert und Kekulé und als Zeichner die HH. Eichler und Otto thätig.

Um aber bei der Bearbeitung solcher Denkmälerclassen nicht auf das heute noch Vorräthige und Zugängliche, und nicht auf den Zustand, in dem es sich gegenwärtig befindet, beschränkt zu bleiben, um auch der Geschichte unseres Denkmälervorraths nachzugehen, ist ferner ein Unternehmen unter dem Namen des litterarischen Repertoriums der Archäologie in's Auge gefasst. Es läuft darauf hinaus alle auf antike Kunstwerke bezüglichen, archivalisch oder bibliothekarisch in Abbildungen, Beschreibungen und sonstigen Nachrichten deponirten Zeugnisse moderner Kunstübung und Litteratur classificirt zu sammeln.

Nicht, dass eine solche Sammlung publicirt werden sollte; man denkt nur daran sie an bequemer Stelle hier in Berlin der wissenschaftlichen Benutzung zugänglich zu machen. Um aber eine Beschränkung der Manchem allzugross erscheinenden Aufgabe eintreten zu lassen und Etwas möglichst bald nach einer bestimmten Richtung hin Nutzbares zu schaffen, sind die Quellen, welche für die antike Sculptur besonders ausgiebig sind, zur Excerpirung vorangestellt. So denkt man durch das Repertorium zunächst eine neue lexikalisch-kritische Sammlung der antiken Statuen vorzubereiten, wie sie noch halb dilettantisch und doch bis heute unentbehrlich nutzbar Clarac zu Stande brachte. Diese Arbeit nach dem Vorgange des Hrn. Benndorf im Gange zu erhalten, hat sich in diesem Jahre Hr. Michaelis bereit finden lassen.

Eine werthvolle Vorarbeit für den neuen Clarac, um es kurz so zu nennen, ist in dem dreibändigen Verzeichnisse der verstreuten antiken Bildwerke in Rom mit Unterstützung des Instituts im abgelaufenen Jahre erschienen, die Arbeit des zu früh verstorbenen Friedrich Matz, vollendet von Hrn. von Duhn.

Von einer anderen Katalogisirung, welche mit Unterstützung des Instituts Hr. Dütschke von den oberitalischen Sculpturensammlungen geliefert hat, ist der abschliessende fünfte Doppelband druckfertig.

Eine andere in der Reihe der Institutsunternehmungen reicht an die äusserste Grenze der Archäologie, insofern diese auch die Bodengestalt der classischen Länder in ihrer Inprägnation mit Spuren menschlichen Schaffens in den Kreis ihrer Erforschung zieht. Es ist die minutiösest genaue chartographische Aufnahme der attischen Landschaft unter der Leitung der HH. Curtius und Kaupert, für welche auch im verflossenen Jahre das Königlich preussische Unterrichtsministerium mit Geldmitteln und der Hr. Chef des Generalstabes der Armee mit Arbeitskräften diejenige Unterstützung gewährten, ohne welche das Werk unausführbar wäre. Das erste Heft dieser Karten von Attika, Athen und Piräeus umfassend, ist erschienen.

Als ausserhalb des Kreises der wissenschaftlichen Aufgaben des Instituts liegend, aber durch testamentarische Verfügung ihm zur Pflicht gemacht, ist hier auch der Herausgabe der Darstellungen aus der heiligen Geschichte, hinterlassener Entwürfe des russischen Künstlers Iwanoff, Erwähnung zu thun. Das vierte Heft, bis zum sechszigsten Blatte reichend, ist soeben ausgegeben.

Am Schlusse habe ich zu berichten, dass in der Plenarversammlung im April 1881 der Vorsitzende der Central-Direction neu gewählt und für die Stipendien die HH. Hülsen, Langbehn, Puchstein und Schwartz, so wie für das der christlichen Archäologie Hr. Pohl vorgeschlagen wurden, welchen Vorschlägen das auswärtige Amt durch

Verleihung entsprochen hat. Ferner wurde Hr. Lolling dauernder als bisher zur Unterstützung des athenischen Secretariats gewonnen, Hr. Dörpfeld aber zunächst auf zwei Jahre zur Vornahme architekturwissenschaftlicher Untersuchungen ebenfalls dem athenischen Secretariate beigegeben.

Die Bedeutung dieser letzten Verstärkung der Arbeitskräfte des Instituts greift über das Persönliche hinaus. Wir knüpfen daran die Hoffnung auf eine wichtige Weitergestaltung im Organismus des Instituts. In je grösserem Zusammenhange wir die Aufgaben der Archäologie nicht nur, was schon früher geschah, theoretisch umschreiben, sondern jetzt mehr und mehr auch von Deutschland aus mit wirklicher Arbeit in Angriff nehmen, desto weniger konnte eine gewisse Isolirtheit Bestand haben, in welcher sich die Erforschung der antiken Architektur neben der der übrigen Kunstwerke des Alterthums bisher meist noch bewegte. Auf den Ausgrabungsplätzen in Halikarnass, Olympia, Samothrake und Pergamon hat sich der Bund der persönlich verschieden vorgebildeten Forscher geschlossen; sie haben erprobt, dass sie in der That nur Specialisten sind, die innerhalb einer grossen zusammengehörigen Disciplin einander zu ergänzen haben. Beim Institut aber, als dem Vertreter der im weitesten Sinne gefassten Archäologie, beginnt eine längst empfundene Lücke sich zu füllen, indem es einen Architekten hoffentlich nicht nur vorübergehend unter seine eigentlichen Arbeiter einreihen kann — einen Architekten von der Generation, welche in der Schule der Ausgrabungen zum Forschen gebildet und an unbefangenes Zusammenarbeiten im Dienste des Ganzen gewöhnt worden ist.

Wenn wir beim Institute dergestalt jetzt unsere Aufgaben wenigstens mit energischem Wollen im weitesten Umfange zu formuliren wagen dürfen, und dann der Zeit zurückblickend gedenken, welche, für uns hier am Orte in den Prachtbänden des Thesaurus Brandenburgicus verewigt, fast ausschliesslich an der Beschäftiguug mit den kleinen, leicht beweglichen und so zugänglichen Objecten, wie Münzen und Anticaglien, sich genügen lassen musste, so ermessen wir den Weg, den wir zurückgelegt haben, ohne des noch weiteren zu vergessen, den wir noch vor uns haben.

---

(7). Von Hrn. Weierstrass war über die Herausgabe *der Werke Jacobi's* und *Steiner's* folgender Bericht eingegangen:

Der erste Band von Jacobi und der erste Band von Steiner sind zu Ostern v. J. ausgegeben worden. Der zweite (und letzte) Band

von Steiner ist fertig und wird noch in diesem Monat versandt werden; der zweite Band von Jacobi geht ebenfalls seiner Vollendung entgegen, und für die übrigen fünf Bände sind die erforderlichen Vorarbeiten so weit vorgeschritten, dass der Druck des dritten Bandes sofort beginnen kann.

(8, 9 und 10). Die Berichte über die Thätigkeit der Humboldt-*Stiftung für Naturforschung und Reisen*, sowie über die der Bopp-*Stiftung* sind kürzlich (s. oben S. 59) gleichfalls auf den gegenwärtigen Tag verlegt worden. Da über die Thätigkeit der Humboldt-Stiftung erst in der Friedrich-Sitzung vom 26. Januar d. J. berichtet wurde, das Material zu dem sonst erst für die Leibniz-Sitzung bestimmten Bericht über die Bopp-Stiftung aber aus geschäftlichen Gründen in diesem Jahre heute noch nicht vorliegt, so konnte kein Bericht über die beiden Stiftungen abgestattet werden. Auch der für heute vorgeschriebene Bericht über die Savigny-*Stiftung* fiel aus.

Ausgegeben am 30. März.

1882.

XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

30. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. von Sybel las: Über das Londoner Protocoll vom 8. Mai 1852.

2. In Abwesenheit des Hrn. Hofmann legte Hr. Rammelsberg die zweite Hälfte von dessen oben S. 259 abgebrochener Abhandlung vor: Über die Umbildungen der Amide durch Einwirkung des Broms in Gegenwart der Alkalien. Daran schlossen sich noch zwei Mittheilungen: Über die Darstellung der Amide einbasischer Säuren der aliphatischen Reihe, und: Über die Darstellung der Senföle. Alle drei Mittheilungen folgen unten.

3. Hr. Websky überreichte eine Mittheilung des Hrn. Dr. A. Arzruni, Custos der oryktognostischen und petrographischen Abtheilung des mineralogischen Museums: Krystallographische Untersuchung an sublimirtem Titanit und Amphibol, welche unten folgt.

4. Hr. Curtius überreichte das von ihm und Hrn. F. Adler herausgegebene Kartenwerk: Olympia und Umgegend. Zwei Karten und ein Situationsplan gezeichnet von Kaupert und Dörpfeld. Berlin, Weidmannsche Buchhandlung, 1882.

5. Hr. Waitz legte den neulich schon (s. oben S. 323) als dem Abschluss nahe angekündigten Theil der Monumenta Germaniae vor, Diplomatum regum et imperatorum Germaniae Tomi I

pars secunda, enthaltend die Urkunden Kaisers Otto I bis 962, bearbeitet von Hofrath Prof. Sickel in Wien.

6. Hr. Weierstrass überreichte den Zweiten Band der von ihm auf Veranlassung der Akademie herausgegebenen Gesammelten Werke Jacob Steiner's (Berlin, G. Reimer, 1882).

7. Der Senat der Universität zu Christiania dankt in einem an Hrn. Weierstrass gerichteten Schreiben für die Überweisung von mehreren, von der Akademie früher angekauften Manuscripten Abel's an die Universitätsbibliothek zu Christiania.

8. Ein Ministerial-Schreiben vom 21. d. zeigt die Genehmigung der durch die philosophisch-historische Classe für den Dr. Otto Puchstein, Stipendiaten des archaeologischen Instituts, zur Zeit in Cairo, zum Zweck einer in Gemeinschaft mit dem deutschen Ingenieur Sester zu unternehmenden Reise, beantragten Unterstützung von 3000 Mark an.

9. Ein desgleichen vom gleichen Tage benachrichtigt die Akademie, dass nachdem der vorgeordnete Hr. Minister durch Allerhöchste Ordre vom 11. Januar d. J. ermächtigt worden, die Termine zu bestimmen, innerhalb welcher die auf Schenkungen und Vermächtnissen begründeten akademischen Preise, und zwar der Eller'sche, der Cothenius'sche und der Miloszewsky'sche Preis, künftig vertheilt werden sollen, der Hr. Minister das von der Akademie vorgelegte neue Reglement für die akademischen Preisertheilungen genehmigt hat.

10. Die Akademie beschloss, unter dem 4. April an ihr correspondirendes Mitglied, Hrn. Henle in Göttingen, welcher an diesem Tage das fünfzigjährige Erinnerungsfest an seine Promotion zum Doctor der Medicin begeht, folgendes Beglückwünschungsschreiben zu richten:

Muss es an sich ein ungewöhnliches Glück genannt werden, wenn ein Mann in ungebrochener Kraft auf ein langes Leben voller Arbeit zurückblicken kann, so ist der doppelt glücklich zu preisen, dem es gestattet ist, den Tag zu erleben, wo er das Ziel seines Strebens in vollendeten Werken hinter sich liegen sieht. Sie, hochgeehrter Herr Jubilar, hatten sich ein grosses Arbeitsfeld ausgewählt, ein grösseres, als es seit der Einführung der Arbeitstheilung in der Medicin den einzelnen Lehrern zugetheilt zu werden pflegt. Sie haben eine Reihe verschiedenartiger Disciplinen, eine nach der anderen, ja selbst eine neben der anderen, zum Gegenstand der Forschung und der Lehre gemacht, und Sie haben in keiner derselben geruht, bis Sie nicht in einem abgeschlossenen Werk das Ergebniss Ihrer Arbeiten, ja das Gesammtwissen über den Gegenstand dieser Disciplin, sich selbst sichtbar vor Augen gestellt hatten. Gleich im Beginn der Zeit, wo durch die methodische Anwendung des Mikroskops eine völlige

Neugestaltung unserer Anschauungen über die Einrichtung und die Thätigkeiten unseres Körpers eingeleitet wurde, haben sie in Ihrer »Allgemeinen Anatomie« das erste mustergültige Handbuch geschaffen, welches Decennien hindurch die Grundlage des Lernens gewesen ist. Aber schon bevor dieses Handbuch erschienen war, hatten Sie Ihre Aufmerksamkeit dem am weitesten entlegenen Gebiete, der Pathologie, zugewendet, nicht nur um die neuen Anschauungen auch in sie einzufügen, sondern noch weit mehr, um den verloren gegangenen Zusammenhang zwischen Physiologie und Pathologie neu zu knüpfen. Nach Jahre langen Vorarbeiten schlossen Sie diese Periode mit Ihrer »Rationellen Pathologie« in Epoche machender Weise ab, jedoch nicht um zu rasten, sondern nur um jene mühevollen Studien über descriptive Anatomie wieder aufzunehmen, welche Sie an der Seite unseres grossen Meisters Johannes Müller früh begonnen und welche Sie endlich in Ihrem Hauptwerk, der »Anatomie des Menschen«, in vollendeter Form zum Abschluss gebracht haben. Und gleichwie Sie in Ihrer Jugend auch auf dem Gebiete der vergleichenden Anatomie Arbeiten hergestellt haben, deren Erinnerung nicht vergehen wird, so haben Sie in Ihrem Alter noch die Musse gefunden, in Ihren »anthropologischen Vorträgen« die höchsten Probleme zu erörtern, welche dem Biologen gestellt sind. Wir beglückwünschen Sie von ganzem Herzen, dass der heutige Ehrentag Ihnen und der Welt die äussere Veranlassung bietet, alle diese Leistungen zu einem gemeinsamen Bilde zusammenzufassen. Wie der Landmann am Erntefeste, so schauen Sie heute auf die reife Frucht, welche Sie eingebracht haben. Wir vor Allen freuen uns dieses Festes, denn es ruft uns jene Tage in die Erinnerung, da Sie hier, an unserer Universität, die ersten wissenschaftlichen Ehren gewannen, und wir dürfen wohl annehmen, dass diese Zeit, wo so viel Saat ausgestreut wurde, auch in Ihrem Gedächtniss lebendig geblieben ist. Die Akademie der Wissenschaften dankt Ihnen für die reichen Gaben, welche Sie der Wissenschaft gespendet haben. Sie wünscht, dass Ihnen noch lange die geistige Frische erhalten bleiben möge, weiter zu arbeiten und sich des Fortschritts des eigenen Wissens zu erfreuen.

11. Es wurden zu correspondirenden Mitgliedern der Akademie in der philosophisch-historischen Klasse gewählt die HH. Ernst Dümmler, Professor in Halle, Reinhold Pauli, Professor in Göttingen, und William Stubbs, Professor regius in Oxford und Canonicus in St. Paul in London.

Über Umbildungen der Amide durch Einwirkung des Broms in Gegenwart der Alkalien.

Von A. W. Hofmann.

(Fortsetzung von oben S. 259.)

III.

Versuche mit den Homologen des Acetamids.

Um festzustellen, in wie weit die bei dem Studium des Acetamids beobachteten Reactionen, über welche bereits in früheren Mittheilungen (s. oben a. a. O.) berichtet worden ist, von allgemeiner Gültigkeit seien, habe ich, wenn auch nur cursorisch, die Amide einiger homologer Reihen in den Kreis meiner Forschung gezogen, deren Ergebnisse ich mir gestatte, im Anschlusse an das schon Vorgetragene, der Akademie im Folgenden zu unterbreiten.

Versuche in der Methanreihe.

Es schien zunächst von Interesse, das Verhalten des Formamids gegen Brom und Alkali zu prüfen. Versetzt man eine Mischung von 1 Mol. Formamid und 1 Mol. Brom mit Alkalilösung bis zur Gelbfärbung, so entzieht Aether dieser Lösung eine Verbindung, welche beim Verdampfen des ersteren krystallinisch zurückbleibt. Das Freiwerden von Brom aus diesen Krystallen, wenn dieselben mit Salzsäure übergossen werden, macht es in hohem Grade wahrscheinlich, dass hier ein gebromtes Formamid,



$$(CHO)NHBr,$$

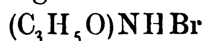
vorliegt. Es ist aber nicht gelungen, diese Substanz in hinreichender Menge darzustellen, um die Formel durch eine Analyse verificiren zu können. Sowie man in grösserem Maassstabe arbeitet, entwickelt sich beim Abdampfen des Aethers viel Brom und Bromwasserstoffsäure, und was zurückbleibt ist nichts anderes als Cyanursäure, welche so-

wohl durch die Spaltung in Cyansäure als auch durch die Umwandlung in das charakteristische Natronsalz identificirt wurde. Offenbar bildet sich aus dem Bromamid durch Abspaltung von Bromwasserstoff zunächst Cyansäure, welche sich alsbald zu Cyanursäure polymerisirt.

Versuche in der Propanreihe.

Die Ergebnisse dieser Versuche entsprechen vollkommen den in der Aethanreihe erhaltenen; es darf daher in den meisten Fällen auf das früher Gesagte verwiesen werden.

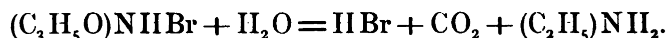
Propionmonobromamid entsteht, wenn eine Mischung von 1 Mol. Propionamid und 1 Mol. Brom in der Kälte mit Alkali bis zum Gelbwerden der Flüssigkeit versetzt wird. Die Verbindung ist aber weit löslicher als der entsprechende Acetkörper und muss daher der Flüssigkeit mit Aether entzogen werden. Auf diese Weise erhält man farblose, flache, wasserfreie Nadeln, welche bei 80° schmelzen und sich unverändert aufbewahren lassen. Auch in Alkohol sind die Krystalle löslich. Die Zusammensetzung



$$(C_3H_5O)NHBr$$

wurde durch die Brombestimmung in den vacuumtrockenen Krystallen festgestellt. Die Formel verlangt 52.63 Procent, der Versuch hat 52.60 Procent Brom ergeben.

Das Propionbromamid zeigt sämmtliche Reactionen, welche für die entsprechende Acetverbindung beschrieben worden sind. Am meisten Interesse bietet auch hier wieder das Verhalten desselben unter dem Einflusse der Alkalien, welche sie in Bromwasserstoffsäure, Kohlensäure und Aethylamin spalten, von dem man ungefähr 80 Procent der theoretischen Ausbeute erhält:



$$(C_3H_5O)NHBr + H_2O = HBr + CO_2 + (C_2H_5)NH_2.$$

Das Aethylamin wurde in der Form des Platinsalzes identificirt. Neben der Umbildung in Aethylamin verlaufen aber, in untergeordneter Weise, noch andere Reactionen, welche den Verlust an Aethylamin bedingen. (Vergl. S. 349.)

Einer eigenthümlichen Erscheinung bei der Darstellung des Monobromamids muss hier noch gedacht werden. Erwärmt man die mit Alkali versetzte Mischung von Propionamid und Brom auf 40—50°, so tritt der Geruch nach Cyanat auf, und die Flüssigkeit trübt sich unter Ausscheidung eines braungelben Oeles, welches aber kein einheitlicher Körper ist und sich daher einer näheren Untersuchung entzogen hat. Es sei nur bemerkt, dass dieses Oel mit Säuren Propionsäure und Ammoniak, mit Alkalien neben anderen Producten Aethylamin liefert. Ein

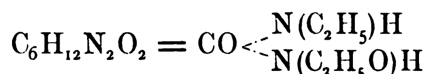
Propiondibromamid existirt ebenfalls, ist aber nicht analysirt worden. Man erhält es, ähnlich wie die entsprechende Acetverbindung, durch die Einwirkung des Wassers auf die

Bromverbindung des Propionnatriumbromamids. Letztere gewinnt man genau wie den Körper in der Acetreihe durch Wechselwirkung bei niedriger Temperatur zwischen 1 Mol. Propionamid, 2 Mol. Brom und 2 Mol. Natronhydrat; sie scheidet sich in Gestalt einer gelben, blättrigen Masse aus, welche abgesaugt und gepresst werden muss. Mit wenig Wasser in Berührung löst sie sich auf; aus der Lösung krystallisirt alsbald das Dibromid in röthlichen Nadeln, welche, in der Nähe von 100° schmelzend, vollkommen trocken ziemlich beständig sind. (Vergl. S. 256.)

Aethylpropionylharnstoff enstelt aus Propionamid unter denselben Bedingungen, unter denen aus dem Acetamid Methylacetylharnstoff erzeugt wird.

Die Bildung erfolgt, wenn man längere Zeit digerirt, schon bei gewöhnlicher Temperatur, und die Ausbeute ist eine sehr befriedigende. Der Harnstoff krystallisirt in feinen Nadeln, welche bei 100° schmelzen, eine Temperatur, die auffallend niedrig erscheint, wenn wir uns des hohen Schmelzpunktes der Acetverbindung (180°) erinnern. Sie lösen sich in Wasser, Alkohol und Aether etwas leichter als die entsprechende Acetverbindung.

Die Formel



$$C_6H_{12}N_2O_2 = CO\langle {N(C_2H_5)H \atop N(C_3H_5O)H}$$

stützt sich auf folgende Analysen, welche grössere Abweichungen als gewöhnlich zeigen; die Verbrennung des Körpers bietet Schwierigkeiten und musste unter Zuhülfenahme von Kaliumbichromat ausgeführt werden.

	Theorie.		Versuch.			
C_6	72	50.00	49.39	49.47	50.55	—
H_{12}	12	8.34	8.57	8.69	8.50	—
N_2	28	19.44	—	—	—	20.00
O_2	32	22.22	—	—	—	—
	144	100.00.				

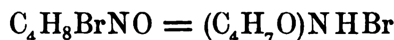
Die Umbildungen des Aethylpropionylharnstoffs sind denen der entsprechenden Acetverbindung vollkommen analog, vollziehen sich aber im Allgemeinen schwieriger. So muss man z. B. mit Salpetersäure schon ziemlich lange kochen, um den Körper, unter Abscheidung von Propionsäure, in salpetersauren Aethylharnstoff zu verwandeln.

Versuche in der Quartanreihe.

Es empfiehlt sich aus Gründen, welche aus dem Folgenden alsbald erhellen, zunächst das Amid der Isobuttersäure zu betrachten:

Monobromamid der Isobuttersäure. Die Darstellung gleicht derjenigen der Acetyl- und der Propionylverbindung, nur hat der Versuch ergeben, dass man wohlthut, die Verhältnisse etwas anders zu wählen. 2 Mol. Amid und 1 Mol. Brom, — Verhältnisse, welche in anderen Reihen den Harnstoff liefern, — geben in der Quartanreihe die beste Ausbeute an Bromamid, indem 1 Mol. Amid an der Reaction unbetheiligt bleibt. Lässt man die beiden Körper zu gleichen Moleculen auf einander wirken, so bildet sich neben dem Bromamid eine braune Flüssigkeit von heftig reizendem Geruche, welche indessen kein einheitlicher Körper ist. Die Butyrylverbindung ist schwer löslich und scheidet sich daher, wenn man in der Kälte arbeitet, sofort in Krystallen aus, welche nur mit kaltem Wasser gewaschen zu werden brauchen, um rein zu sein. Grosse, sehr schön ausgebildete, farblose, durchsichtige Nadeln vom Schmelzpunkte 92°, welche sich aus Wasser und Aether unzersetzt umkrystallisiren lassen.

Der Formel



$$C_4H_8BrNO = (C_4H_7O)NHBr$$

entsprechen folgende Werthe:

		Theorie.	Versuch.	
C_4	48	28.92	28.81	—
H_8	8	4.82	4.92	—
Br	80	48.19	—	48.08
N	14	8.43	—	—
O	16	9.64	—	—
	166	100.00.		

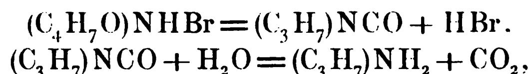
Die Umbildungen des Bromamids der Isobuttersäure unter dem Einflusse der verschiedenen Agentien entsprechen denen, welche in der Aethan- und Propanreihe verzeichnet worden sind.

Besondere Erwähnung verdient noch die Veränderung des Körpers bei der Destillation: unter reichlicher Bromentwicklung entstehen neben anderen Producten Isobutyramid und Diisobutyramid.

Die Umwandlung des Bromamids unter dem Einflusse der Alkalien ist auch in dieser Reihe wieder mit Vorliebe studirt worden.

Das Bromamid der Isobuttersäure zerfällt wie die Bromamide der vorhergehenden Reihen; es entsteht Bromwasserstoffsäure, Kohlensäure und Isopropylamin, welches durch die Untersuchung des Platinsalzes identificirt wurde.

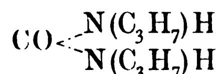
Auch in der Quartanreihe geht die Reaction der Aminbildung durch den Cyansäureäther hindurch:



$$(C_4H_7O)NHBr = (C_3H_7)NCO + HBr.$$
$$(C_3H_7)NCO + H_2O = (C_3H_7)NH_2 + CO_2,$$

und die beiden Phasen des Processes lassen sich in diesem Falle ganz besonders leicht verfolgen. Wenn man das Natrium in der Form von Carbonat, statt von Hydrat, anwendet, — Carbonat und Bromamid werden trocken mit einander gemischt und dann langsam erwärmt, — so bleibt der Process wesentlich in der ersten Phase stehen; es liessen sich auf diese Weise ganz erhebliche Mengen von Isopropylcyansäureäther gewinnen, welcher durch Vergleichung mit einer aus Isopropylbromid und Silbercyanat dargestellten Probe identificirt wurde. Dieser Aether, der noch wenig bekannt ist, siedet bei 67° und hat im Übrigen die charakteristischen Eigenschaften der Glieder dieser Gruppe. Neben dem Cyansäurepropyläther bildet sich eine aus Alkohol in schönen Nadeln krystallisirende Substanz, welche bei 192° schmilzt. Dieser Körper, welcher in Wasser und Aether unlöslich ist, wurde durch die Analyse als

Diisopropylharnstoff erkannt, dessen Bildung unter diesen Umständen leicht verständlich ist. Der Formel



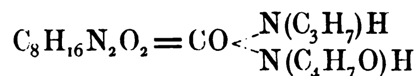
$$CO<\begin{matrix}N(C_3H_7)H\\N(C_3H_7)H\end{matrix}$$

gehören folgende Werthe an:

	Theorie.	Versuch.
Kohlenstoff	58.33	57.72
Wasserstoff	11.11	11.13.

Isopropyl-Isobutyrylharnstoff entsteht bei Einwirkung von Alkali auf eine Mischung von 2 Mol. Isobutyramid und 1 Mol. Brom schon in der Kälte: er ist stets von kleinen Mengen des eben beschriebenen Diisopropylharnstoffs begleitet, von dem er durch Auflösung in Aether leicht zu befreien ist. Ausser in Aether löst sich der gemischte Harnstoff auch in Alkohol und, obwohl weniger leicht, in Wasser. Am besten wird er aus verdünntem Alkohol umkrystallisirt, aus dem er in schönen Tafeln anschiesst, welche bei 86° schmelzen.

Der Formel



$$C_8H_{16}N_2O_2 = CO<\begin{matrix}N(C_3H_7)H\\N(C_4H_7O)H\end{matrix}$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie.		Versuch.
C_8	96	55.82	56.12
H_{16}	16	9.30	9.68
N_2	28	16.28	—
O_2	32	18.60	—
	172	100.00.	

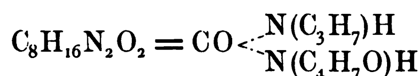
Wesentlich verschiedene Ergebnisse wurden erhalten, als man das Verhalten des **Amids der normalen Buttersäure** (Gährungsbuttersäure) gegen Brom untersuchte.

Weder durch genaues Einhalten der Bedingungen, unter denen sich das Bromderivat des Isobuttersäureamids so leicht erzeugt, noch auch durch mannichfache Abänderung dieser Bedingungen ist es gelungen, ein krystallisirtes Bromamid der normalen Buttersäure darzustellen. Es wurden nur ölartige Ausscheidungen beobachtet, aus denen sich das gesuchte Bromamid nicht isoliren liess. Die Gegenwart desselben in diesen Ölen durfte indessen aus dem Verhalten derselben gegen Säuren und Alkalien mit einiger Sicherheit erschlossen werden. Erstere entwickeln aus denselben Brom, während letztere die Bildung von normalem Propylamin veranlassen, welches durch sein Platinsalz erkannt wurde.

Mit grosser Leichtigkeit dagegen erzeugt sich aus dem Amide der normalen Buttersäure der

Propylbutyrylharnstoff unter denselben Verhältnissen, welche die Bildung des Harnstoffs in den vorhergehenden Reihen bedingen. Er erscheint in farblosen Blättchen, schwer löslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether, welche bei 99° schmelzen.

Der Formel



$$C_8H_{16}N_2O_2 = CO\langle \begin{matrix} N(C_3H_7)H \\ N(C_4H_7O)H \end{matrix}$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie.		Versuch.	
C_8	96	55.82	55.47	55.19
H_{16}	16	9.30	9.34	9.47
N_2	28	16.28	—	—
O_2	32	18.60	—	—
	172	100.00.		

Versuche in der Quintanreihe.

Sie sind ausschliesslich mit der gewöhnlichen Valeriansäure (Isopropylessigsäure) angestellt worden. Alle Bemühungen, aus dem dieser Säure entsprechenden Valeramid ein krystallisirtes Bromsubstitut zu gewinnen, sind ohne Erfolg geblieben. Wie aus dem normalen Butyramid wurden auch aus dem Valeramid nur ölige Producte erhalten, in welchen sich aber die Gegenwart des Bromamids an seinen Reactionen (Freiwerden von Brom durch Übergiessen mit Salzsäure, und Entwicklung von Isobutylamin durch Behandlung mit Alkalien) erkennen lässt. Dagegen erfolgt die Harnstoffbildung aus dem Valeramid mit erwünschter Präcision schon in der Kälte. Der

Isobutylvalerylharnstoff ist einer der schönsten Körper dieser Gruppe. Er erscheint in farblosen, atlasglänzenden, flachen Nadeln vom Schmelzpunkte 102°, welche, in Wasser schwerlöslich, leicht von Alkohol und von Aether aufgenommen werden. Aus siedendem Alkohol krystallisiren sie besonders schön. Die Analyse führte zu der Formel:

$$C_{10}H_{20}N_2O_2 = CO\begin{matrix} \diagup N(C_4H_9)H \\ \diagdown N(C_5H_9O)H. \end{matrix}$$

	Theorie.		Versuch.
C_{10}	120	60	59.64
H_{20}	20	10	10.27
N_2	28	14	—
O_2	32	16	—
	200	100.	

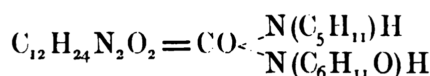
Versuche in der Sextanreihe.

Dieselben beziehen sich auf die Amide der normalen Capronsäure (Gährungscapronsäure) und der Isocapronsäure (Isobutylessigsäure).

Bei der Behandlung der genannten Amide mit Brom und Alkali wiederholen sich die Erscheinungen, welche bei der Einwirkung dieser Agentien auf das normale Butyramid und das Valeramid beobachtet wurden. Es genügt daher, die Eigenschaften der Harnstoffe anzugeben, welche sich mit grosser Leichtigkeit erzeugen.

Amylcaproylharnstoff (normaler). Schöne, farblose Blättchen vom Schmelzpunkte 97°, die sich bereits fettartig anfühlen, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether.

Der Formel



$$C_{12}H_{24}N_2O_2 = CO\begin{matrix} \diagup N(C_5H_{11})H \\ \diagdown N(C_6H_{11}O)H \end{matrix}$$

entsprechen

	Theorie.		Versuch.
C_{12}	144	63.16	62.98
H_{24}	24	10.52	10.66
N_2	28	12.28	—
O_2	32	14.04	—
	228	100.00.	

Amylisocaproylharnstoff. Die der vorher beschriebenen isomere Verbindung unterscheidet sich von derselben nur im Schmelzpunkte, welcher einige Grade niedriger, nämlich bei 94°, liegt. Der Analyse unterworfen, lieferte dieser Harnstoff 63.17 Procent Kohlenstoff und 10.63 Procent Wasserstoff.

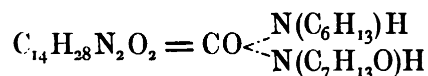
Die Analyse dieser Verbindung war mit Schwierigkeiten verbunden. Bei der Verbrennung mittelst Kupferoxyds und Bleichromats wurde stets ein Verlust von mehreren Procenten Kohlenstoff erlitten. Schliesslich musste die Verbrennung durch einen Sauerstoffstrom vollendet werden. Aehnliche Erfahrungen sind bei der Analyse der höheren Glieder dieser Harnstoffgruppe im Allgemeinen gemacht worden.

Versuche in der Septanreihe.

Die einzige hierher gehörige Säure, welche mir zur Verfügung stand, war die durch Oxydation aus dem Oenanthol gewonnene Oenanthylsäure. Ich verdanke sie der Güte des Hrn. Dr. Bannow. Diese Säure, welche gewöhnlich als die normale angesehen wird, siedete constant bei 220°.

Auch aus dem Oenanthylamid hat man vergeblich versucht, ein krystallisirtes Bromamid zu gewinnen, obwohl die Gegenwart eines Bromsubstituts in dem Producte der Einwirkung von Brom und Alkali auf das Säureamid nicht bezweifelt werden konnte. Andererseits ist die Ausbeute an dem entsprechenden gemischten Harnstoffe eine nahezu quantitative gewesen. Der

Sextylönanthylharnstoff bildet perlmutterglänzende Blätter vom Schmelzpunkte 97°, an denen die fettartige Beschaffenheit noch auffallender zur Geltung kommt, als bei den Gliedern der vorhergehenden Reihe; wie letztere ist er in Wasser unlöslich, in Alkohol etwas schwieriger löslich wie jene. Die Formel



$$C_{14}H_{28}N_2O_2 = CO<{N(C_6H_{13})H \atop N(C_7H_{13}O)H}$$

verlangt folgende Werthe:

	Theorie.		Versuch.
C_{14}	168	65.62	65.55
H_{28}	28	10.94	11.10
N_2	28	10.94	—
O_2	32	12.50	—
	256	100.00.	

Versuche in der Octanreihe.

Das untersuchte Amid gehörte der durch Oxydation der höher siedenden Fuselöle gewonnenen Caprylsäure an, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit als die normale betrachtet wird. Ich will sie im Folgenden mit dem Namen Octoxylsäure bezeichnen, indem ich lieber den harten Wortklang in den Kauf nehmen als mich noch länger den unliebsamen Irrungen aussetzen will, welche aus den fast gleich-

lautenden Namen der Säuren der sechsten, achten und zehnten Reihe fortwährend entspringen.

Das Octoxylamid, sowie die Amide sämmtlicher höher gegliederten Reihen, auf welche sich die Untersuchung noch erstreckt hat, zeigt unter dem Einflusse des Broms, in Gegenwart der Alkalien, das Verhalten der zuletzt betrachteten Amide: keine krystallisirten Bromamide mehr, obwohl sich die vorübergehende Erzeugung dieser Verbindungen in der Mehrzahl von Fällen aus der Aminbildung erschliessen lässt, auf die ich anderen Ortes zurückkommen werde. Es sind also nur noch die Harnstoffe, welche mit immer grösserer Leichtigkeit entstehen, kurz zu erwähnen.

Der aus dem Octoxylamid entstehende Harnstoff, der

Septyloctoxylharnstoff, bildet kleine fettglänzende Blättchen vom Schmelzpunkte 86°. Seine Zusammensetzung ist

$$C_{16}H_{32}N_2O_2 = CO{<}\begin{matrix}N(C_7H_{15})H\\N(C_8H_{15}O)H.\end{matrix}$$

	Theorie.		Versuch.
C_{16}	192	67.60	68.27
H_{32}	32	11.27	11.51
N_2	28	9.86	—
O_2	32	11.27	—
	284	100.00.	

Versuche in der Nonanreihe.

Das angewendete Amid entstammt der nach dem Verfahren von KRAFFT und BECKER aus dem Ricinusöl dargestellten Säure, welche von ihren Entdeckern Nonylsäure genannt worden ist, für welche ich aber im Interesse der Nomenclatur die Bezeichnung Nonoxylsäure vorschlagen möchte.

Der aus dem Nonoxylamid gewonnene Harnstoff, der

Octylnonoxylharnstoff, zeigt die allgemeinen Charaktere dieser Klasse von Verbindungen. Schmelzpunkt 97°. Formel:

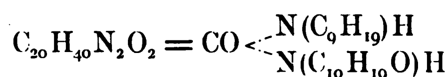
$$C_{18}N_{36}N_2O_2 = CO{<}\begin{matrix}N(C_8H_{17})H\\N(C_9H_{17}O)H.\end{matrix}$$

	Theorie.		Versuch.
C_{18}	216	69.23	69.01
H_{36}	36	11.54	11.64
N_2	28	8.98	—
O_2	32	10.25	—
	312	100.00.	

Versuche in der Decanreihe.

Die zur Verfügung stehende Säure war die durch Oxydation aus den höher siedenden Antheilen des Fuselöles erhaltene, welche bei mittlerer Temperatur bereits starr ist. Ich will sie statt Caprinsäure Decoxylsäure nennen. Der aus dem Decoxylamid entstehende Harnstoff, der

Nonyldecoxylharnstoff, bildet weisse, fettglänzende Blättchen vom Schmelzpunkte 101°. Der Formel:



$$C_{20}H_{40}N_2O_2 = CO \langle \begin{matrix} N(C_9H_{19})H \\ N(C_{10}H_{19}O)H \end{matrix}$$

gehören folgende Werthe an:

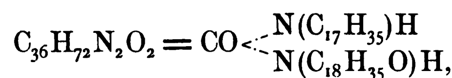
	Theorie.		Versuch.
C_{20}	240	70.58	69.73
H_{40}	40	11.77	11.79
N_2	28	8.24	—
O_2	32	9.41	—
	340	100.00.	

Die im Vorstehenden zusammengefassten Ergebnisse dürften mehr als ausreichen, um von dem Verhalten der dem Acetamid homologen Amide unter dem Einflusse von Brom und Alkali ein Bild zu geben. Um indessen die neue Reaction auch an einer möglichst hochgegliederten Verbindung zu erproben, habe ich schliesslich noch das Amid der leicht zugänglichen Stearinsäure der Untersuchung unterworfen.

Versuche in der Octodecanreihe.

Die Erscheinungen gestalten sich wie in den vorher betrachteten Reihen. Zu bemerken ist nur, dass das Stearamid sich nicht mehr, wie die Amide von niedrigerem Moleculargewichte, in der verhältnissmässig kleinen Menge Broms auflöst. Man muss deshalb das Amid in möglichst fein gepulvertem Zustande mit Brom übergiessen und die Mischung nach dem Zusatze von Alkali eine viertel Stunde lang auf dem Wasserbade digeriren. Das Reactionsproduct wird alsdann mit Wasser gewaschen und mit siedendem Alkohol behandelt, welcher unangegriffen gebliebenes Stearamid auflöst, während er den sehr schwer löslichen

Septdecylstearylharnstoff zurücklässt. Er wird schliesslich in einer grossen Menge siedenden Alkohols gelöst, aus dem er sich beim Erkalten in schönen, perlmutterglänzenden Blättchen vom Schmelzpunkte 112° ausscheidet. Die Analyse der bei 100° getrockneten Krystalle führte zu der Formel:



welcher folgende Werthe angehören:

	Theorie.		Versuch.	
C_{36}	432	76.59	76.67	—
H_{72}	72	12.76	13.06	—
N_2	28	4.96	—	5.32
O_2	32	5.69	—	—
	564	100.00.		

Auf das Verhalten dieses Harnstoffes unter dem Einflusse von Säuren komme ich anderen Ortes (vergl. S. 355) zurück.

IV.

Ueber die Darstellung der primären Alkylmonamine der aliphatischen Reihe.

Seit WURTZ[1] vor mehr als dreissig Jahren in seiner klassischen Arbeit die ersten Glieder dieser interessanten Körpergruppe kennen lehrte, ist die Darstellung derselben vielfach auf anderem als dem ursprünglich betretenen Wege versucht worden. Es würde allerdings nicht leicht sein, eine einfachere und elegantere Umbildung zu ersinnen als diejenige, welche dieser Arbeit als Ausgangspunkt gedient hat. Die reinen Isocyansäure- und Isocyanursäureäther verwandeln sich unter dem Einflusse der Alkalien glatt in die entsprechenden Amine, welche man auf diese Weise alsbald im Zustande der Reinheit erhält. Allein, wer sich mit der Darstellung der Cyansäureäther beschäftigt hat, wird gefunden haben, dass diese keineswegs eine ganz leichte Aufgabe ist, dass sie in der That nur bei Anwendung möglichst reiner Materialien in befriedigender Weise gelingt. Sucht man irgendwo abzukürzen und zu vereinfachen, so wird einerseits die Ausbeute erheblich verringert, andererseits werden Verunreinigungen in das Product eingeführt. Neben Ammoniak sind den gesuchten Aminen höher gegliederte Basen beigemengt, eine Thatsache, auf welche zunächst DE SILVA[2] bei Verwerthung der WURTZ'schen Reaction in der Amylreihe aufmerksam gemacht hat, und welche zumal auch von

[1] WURTZ, Compt. rend. XXVIII, 223.
[2] DE SILVA, Compt. rend. LXIV, 299.

Hrn. Dr. BANNOW[1], der Operationen dieser Art in grösserem Maassstabe vielleicht als irgend ein anderer Chemiker auszuführen Gelegenheit hatte, constatirt worden ist.

Bald nach der WURTZ'schen Entdeckung war ich[2] so glücklich, eine Reaction aufzufinden, welche nicht nur gestattete, die primären Amine zu erzeugen, sondern auch alsbald drei neue Gruppen von Verbindungen, die secundären und tertiären Amine und die Ammoniumbasen, kennen lehrte. Das Studium des Verhaltens des Ammoniaks unter dem Einflusse der Alkoholbromide und -jodide hat wesentlich dazu beigetragen, die Auffassung des Ammoniaks als Prototypen einer fast endlosen Reihe mannigfaltigster Verbindungen anzubahnen, und in dieser Beziehung hat es der Wissenschaft einige Dienste geleistet. Allein für die Darstellung der einzelnen Amine, zumal aber der primären Amine, besitzt die angeführte Reaction nur beschränkte Vortheile. Der Umstand, dass in der Regel keineswegs ausschliesslich nur die primären, sondern gleichzeitig die secundären und tertiären, ja oft die quartären Verbindungen entstehen, und dass sich oft, z. B. in der Methylreihe, gerade diese quartären Verbindungen mit Vorliebe bilden, — von dem unter allen Umständen auftretenden Ammoniaksalze nicht zu sprechen, — beeinträchtigt die Verwerthung dieser Reaction für die Darstellung reiner primärer Amine.

Später ist die Einwirkung des Ammoniaks auf andere Aether, Chlorwasserstoffäther, Salpetersäureäther, Schwefeligsäureäther u. s. w., zur Erzeugung der Aminbasen vorgeschlagen worden, allein diese Methoden bieten keinerlei Vortheile vor der auf Einwirkung der Brom- und Jodverbindungen beruhenden; stets bilden sich mehrere Amine, und es sind zeitraubende und doch nicht immer zum Ziele führende Trennungsprocesse geboten.

Die Darstellung der Amine aus den Cyansäureäthern sowohl als aus dem Ammoniak durch Wechselwirkung mit den verschiedenen Aethern bedingt überdiess, dass der betreffende Alkohol zur Verfügung stehe, was nicht in allen Reihen der Fall ist.

Unter diesen Umständen wurde die Beobachtung von MENDIUS[3], dass die Nitrile durch Wasserstoff in *condicione nascendi* in die entsprechenden primären Amine verwandelt werden, von den Chemikern mit grossem Interesse begrüsst. Hier war die Möglichkeit gegeben, die in den meisten Fällen zugänglicheren Säuren als Ausgangspunkte zu nehmen; überdiess war die Bildung secundärer und tertiärer Amine ausgeschlossen; das gesuchte primäre Amin konnte in der That nur mit

[1] BANNOW, Privatmittheilung.
[2] HOFMANN, Ann. Chem. Pharm. LXXIII, 91.
[3] MENDIUS, Ann. Chem. Pharm. CXXI, 129.

Ammoniak, welches sich aus den Nitrilen zurückzubilden vermag, verunreinigt sein. Es schien also endlich ein einfacher Weg für die Gewinnung der primären Monomine angezeigt. Aber auch das Reductionsverfahren ist kein den Anforderungen an eine gute Darstellungsmethode entsprechender Process. Ganz abgesehen von der Umständlichkeit der Gewinnung der Nitrile geht die Reduction dieser Körper nur langsam und schwierig und unter sehr erheblichen Verlusten von Statten. Ein grosser Theil des Nitrils wird durch Wasserfixirung in das Ammoniaksalz der Säure zurückverwandelt, welches für die Aminbildung verloren geht.

Noch verdienen die Isonitrile als Quelle primärer Amine genannt zu werden. Ich[1] habe gezeigt, dass diese Verbindungen, gegen Alkalien beständig, bei der Behandlung mit Säuren alsbald in Ameisensäure und die entsprechenden primären Monamine übergehen, und da man nach dem von Gautier[2] verbesserten Meyer'schen Verfahren[3] die Isonitrile durch Einwirkung der Alkyljodide auf Cyansilber erhalten kann, diese Körper sich auch bei der Darstellung der Nitrile aus Alkylsulfaten und Cyankalium als Nebenproducte bilden, so liegt hier ein Verfahren vor, von den Alkyljodiden aus zu reinen primären Monaminen zu gelangen. Aber auch dieses Verfahren ist kostspielig und wenig ergiebig und ist nur in ganz vereinzelten Fällen verwerthet worden[4].

Und was von der allgemeinen Darstellungsmethode der primären Monamine gilt, das bewahrheitet sich auch für die speciellen Processe, welche für die Gewinnung einzelner derselben vorgeschlagen worden sind. Die Reduction des Chlorpicrins liefert nur eine mässige Ausbeute an Methylamin, und die Abscheidung desselben im reinen Zustande aus dem Gemenge von Basen, die durch Destillation der Melassenrückstände erhalten werden, ist gleichfalls mit Schwierigkeiten verbunden, welche kaum gestatten, diese im übrigen reichliche Methylaminquelle zu verwerthen.

---

[1] Hofmann, Monatsber. der Berl. Acad. 1867, 650.

[2] Gautier, Compt. rend. LXV, 468, 862.

[3] E. Meyer, J. pr. Chem. LXVIII, 279.

[4] Linnemann (Ann. Chem. Pharm. CXLVIII, 532) hat die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass eine die beiden Cyanide des Aethyls enthaltende Flüssigkeit bei der Behandlung mit Säure, statt des erwarteten reinen Aethylamins, ein Gemenge von Mono-, Di- und Triaethylamin lieferte. Waren das secundäre und tertiäre Amin in diesem Falle aus dem Isonitril entstanden? Ebenso theilt Siersch (Ann. Chem. Pharm. CXLVIII, 263) mit, dass bei der Darstellung von Isobutyronitril durch Destillation von Jodisopropyl mit Cyankalium ein isonitrilhaltiges Product erhalten worden sei, welches nach der Behandlung mit Säuren neben Isopropylamin auch Diisopropylamin enthalten habe. Diese Beobachtungen bedürfen noch einer näheren Aufklärung.

Die vorstehenden Bemerkungen deuten zur Genüge an, wie wünschenswerth eine bequeme Darstellungsmethode der primären Monamine der aliphatischen Reihe immer noch erscheint. Auch habe ich, nachdem ich mit dem Uebergange der Amide, unter dem Einflusse des Broms, in Harnstoffe bekannt geworden war, nicht aufgehört, eine solche Darstellungsmethode anzustreben. Es standen auch hier die leicht zugänglichen Säuren als verführerisches Ausgangsmaterial zur Verfügung, und wenn die Säuren schon an sich im Allgemeinen ziemlich leicht im reinen Zustande zu erhalten sind, so war in der Umwandlung derselben in krystallisirbare Monamide von constantem Schmelzpunkte ein additionelles Moment der Reinigung gegeben.

Im Folgenden sei es mir gestattet, eine Reihe von Versuchen über die Darstellung der primären Monamine aus den Säureamiden mitzutheilen. Es schien angezeigt, die Ergebnisse derselben etwas umständlicher darzulegen, weil die Erzielung grosser Ausbeuten wesentlich davon abhängt, dass die durch mehrfache Versuche festgestellten Bedingungen möglichst scharf eingehalten werden.

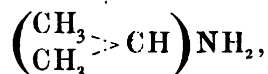
Methylamin.

Der Darstellung des Monobromamids aus Acetamid und seiner Ueberführung in Methylamin ist bereits früher gedacht worden (vergl. S. 254). Will man sich dieser Reaction bedienen, um grössere Mengen Methylamin darzustellen, so kann man von der Isolirung des Monobromamids, ohne die Ausbeute an Base zu beeinträchtigen, Abstand nehmen. Es genügt, die Mischung von Acetamid und Brom (1 Mol. Amid in 1 Mol. Brom) in der Kälte mit einer verdünnten Lösung von Kalihydrat, — eine 10procentige eignet sich vortrefflich, — bis zur Gelbfärbung zu versetzen. Die Lösung enthält nunmehr neben Bromkalium das Monobromamid; zur Umwandlung desselben in Amin dient eine abgemessene Menge Kalilauge von etwa 30 Procent (3 Mol. Kalihydrat auf 1 Mol. Amid). Nachdem diese Lauge in einer tubulirten Retorte auf 60—70° erwärmt worden ist, lässt man die Lösung des Bromamids in langsamem Strahle durch eine Trichterröhre einfliessen, indem man Sorge trägt, dass die durch die Reaction bedingte Erwärmung die angegebenen Grenzen nicht wesentlich übersteige. Die Mischung wird bei dieser Temperatur digerirt, bis sie vollkommen entfärbt ist, eine Erscheinung, die in der Regel nach 10—15 Minuten eintritt. Die Flüssigkeit enthält nun kein Bromamid mehr, dessen Abwesenheit überdies daran erkannt wird, dass ein Tropfen, mit Salzsäure versetzt, sich nicht mehr durch Bromausscheidung gelb färbt. Die Umwandlung wird überdies durch die gleichzeitige Entwickelung

von Kohlensäure bezeugt. Es bleibt nunmehr nur noch übrig, das in der Flüssigkeit bereits vorhandene Methylamin auszutreiben. Dies geschieht zweckmässig durch Erhitzen der Retorte über freiem Feuer und Auffangen des alkalischen Destillates in reiner Salzsäure. Durch Verdampfen der Flüssigkeit bis zur Trockene wird das salzsaure Methylamin als krystallinische Masse erhalten.

In einer ganzen Reihe von Versuchen, in denen die Menge des angewendeten Acetamids sich von 10 bis zu 500 g steigerte, wurde im Durchschnitte eine Quantität Salz erhalten, welche dem Gewichte des verbrauchten Acetamids ungefähr gleichkam. Dies entspricht aber 87 Prozent der theoretischen Ausbeute. Das salzsaure Methylamin, welches auf diese Weise gewonnen wird, ist nicht absolut rein; es enthält etwas Salmiak, welchen man alsbald erkennt, wenn das Salz aus absolutem Alkohol umkrystallisirt wird; der Salmiak bleibt als solcher ungelöst zurück. Die Menge desselben kann sich bis zu 5 Procent der erhaltenen Chlorhydrate steigern. Dagegen ist das Methylamin absolut frei von secundärem und tertiärem Amine. Es sind mannichfache Versuche gemacht worden, die Ammoniakbildung zu verhindern, ohne dass jedoch ein befriedigendes Ergebniss erzielt worden wäre. Neben der Ueberführung des Acetamids in Methylamin vollzieht sich gleichzeitig eine Reihe von Nebenreactionen, welche zu vermeiden bisher nicht gelungen ist. Worin diese bestehen, lässt sich leicht überblicken. Bei der Beschreibung des Monobromamids (vergl. S. 255) ist bereits erwähnt worden, dass dasselbe schon beim Kochen seiner wässerigen Lösung unter Entwickelung von unterbromiger Säure methylirten Acetylharnstoff liefere. Auch in alkalischer Lösung erleidet ein Theil des Monobromamids diese Umbildung, und es werden mithin im weiteren Verlaufe der Reaction die letzten Spaltungsproducte dieses Harnstoffs, einerseits Methylamin und Kohlensäure, andererseits Ammoniak und Essigsäure, auftreten müssen. Die beiden letzteren sind bereits eine Quelle des Verlustes. Aber auch das als complementarer Begleiter des Harnstoffs auftretende Brom beeinträchtigt seinerseits die Ausbeute an Methylamin. Ein kleiner Theil der Base wird durch dieses Brom in Bromderivate des Methans und in Stickstoff verwandelt, welchen letzteren man in der That während der ersten Phase der Digestion in der Flüssigkeit aufperlen sieht. Von den Bromderivaten des Methans giebt sich zunächst das Bromoform durch seinen Geruch und mitunter durch Ausscheidung von Tröpfchen zu erkennen; aber dasselbe wirkt auch alsbald auf das in der Flüssigkeit vorhandene Methylamin, welches in Gegenwart des Alkalis in Isonitril verwandelt wird. Der Geruch desselben während der ersten Stadien der Destillation ist unverkennbar. Das Isonitril wird allerdings bei der

10procentiger Alkalilösung einfliessen, indem man für alsbaldige Mischung Sorge trägt, so wird die Flüssigkeit schnell entfärbt, und braucht nunmehr nur noch destillirt zu werden, um erhebliche Mengen von Isopropylamin zu liefern. Die Ausbeute an Amin ist indessen etwas geringer als in den vorhergehenden Reihen; sie beträgt zwischen 60 und 70 Procent der theoretischen. Auch in diesem Falle hat sich die Bildung von Ammoniak nicht ganz vermeiden lassen, dessen Abscheidung in der Form von Salmiak jedoch durch die ausserordentliche Löslichkeit des salzsauren Propylamins in kaltem absoluten Alkohol sehr wesentlich erleichtert wird. Die Zusammensetzung des gebildeten Amins ergab sich aus der Analyse des Platinsalzes. Der Versuch lieferte 37.27 Procent, die Theorie verlangt 37.16 Procent Platin. Dass hier in der That das Isopropylamin



$$\left(\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>CH\right)NH_2,$$

vorlag, wurde noch besonders durch die Siedepunktsbestimmung festgestellt. Die wasserfreie Base siedete bis zum letzten Tropfen zwischen 31° und 32°. Der Siedepunkt wird von GAUTIER[1] zwischen 31 und 32.5°, von SIERSCH[2] zu 31.5° angegeben. Es verdient bemerkt zu werden, dass Amine von so niedrigem Siedepunkte, wie der des Isopropylamins, sich leichter durch gepulverten Aetzbaryt als durch metallisches Natrium vollständig entwässern lassen.

Propylamin (normales) wird aus dem Amide der normalen Buttersäure gerade so dargestellt, wie das Isopropylamin aus dem Isobutyramid. Die Reaction geht indessen noch leichter von Statten, die Ausbeute ist erheblicher (zwischen 80 und 90 Procent der theoretischen) und die Bildung von Ammoniak tritt mehr und mehr zurück. Bei der Analyse des Platinsalzes, welches etwas weniger löslich ist als das Salz des Isopropylamins, wurden 37.12 Procent Platin erhalten; die Theorie verlangt 37.16 Procent. Dass man es mit dem normalen Propylamin,



$$(CH_3-CH_2-CH_2)NH_2,$$

zu thun hatte, erhellt aus der Bestimmung des Siedepunkts, welcher bei Anwendung von 20 g Base zwischen 47 und 48° gefunden wurde. MENDIUS[3] giebt den Siedepunkt des aus Cyanäthyl dargestellten Propylamins, — er arbeitete mit 9 g, — zu 49.7° an.

---

[1] GAUTIER. Compt. rend. LXVII, 723.
[2] SIERSCH. Ann. Chem. Pharm. CXLVIII, 263.
[3] MENDIUS, Ann. Chem. Pharm. CXXI, 136.

In ähnlicher Weise und aus demselben Grunde wurde auch kein Dimethylamin sondern nur Methylamin gewonnen, als man eine Mischung von Acetamid und Brom, statt mit Natriumhydrat, mit Natriummethylat behandelte.

Aethylamin.

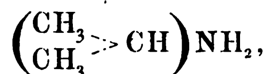
Für die Darstellung dieses Amins aus dem Propionamid gilt Alles, was für die Gewinnung des Methylamins aus Acetamid gesagt worden ist. Das gewonnene Aethylamin wurde durch die Analyse des Platinsalzes identificirt. Die Theorie verlangt 39.24 Procent Platin, gefunden wurden 39.41 Procent. Es verdient indessen darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass, wenn man die Mischung von Propionamid und Brom mit einer 10procentigen Alkalilösung behandelt, wie dies für die entsprechende Operation behufs Umwandlung des Acetamids in Methylamin angegeben worden ist, des Oefteren Ausscheidung eines ölartigen Zwischenproductes erfolgt (vergl. S. 334), welches den weiteren Verlauf der Reaction stören kann. Diese Ausscheidung lässt sich jedoch vermeiden, indem man statt der 10procentigen eine 5procentige Kalilauge in Anwendung bringt. Indessen ist eine Mischung, bei welcher Oelausscheidung stattgefunden hat, für die Darstellung des Aethylamins nicht unbrauchbar geworden, obwohl die Ausbeute etwas verringert wird. Diese beträgt bei gutgeleiteter Operation, wie bei dem Methylamin, zwischen 80 und 90 Procent. Auch das gewonnene Aethylaminsalz kann kleine Mengen von Salmiak enthalten. An Anläufen, das Aethylamin alsbald chemisch rein zu halten, hat es nicht gefehlt; aber auch hier hat dies nicht gelingen wollen. Bemerken will ich noch, dass man, von der Vorstellung ausgehend, durch Mässigung der Reaction könne die Ammoniakbildung verhindert werden, in einem Versuche die Lösung des Bromamids tropfenweise in das Alkali fliessen liess, so dass die Mischung einen ganzen Tag in Anspruch nahm; ganz wider Erwarten wurde in diesem Versuche das Ammoniak in überwiegender Menge gebildet.

Im Allgemeinen geht die Aethylaminbildung noch leichter von Statten als die des Methylamins. Es verdient bemerkt zu werden, dass auch hier keine Spur von secundärem oder tertiärem Amide auftritt. Es ist dies überhaupt ein Vortheil der neuen Reaction, welcher nicht hoch genug zu veranschlagen ist.

Propylamine.

Isopropylamin. Lässt man die Lösung von 1 Mol. Isobuttersäureamid in 1 Mol. Brom in einen Ueberschuss von auf 60° erwärm

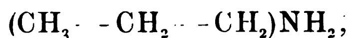
10procentiger Alkalilösung einfliessen, indem man für alsbaldige Mischung Sorge trägt, so wird die Flüssigkeit schnell entfärbt, und braucht nunmehr nur noch destillirt zu werden, um erhebliche Mengen von Isopropylamin zu liefern. Die Ausbeute an Amin ist indessen etwas geringer als in den vorhergehenden Reihen; sie beträgt zwischen 60 und 70 Procent der theoretischen. Auch in diesem Falle hat sich die Bildung von Ammoniak nicht ganz vermeiden lassen, dessen Abscheidung in der Form von Salmiak jedoch durch die ausserordentliche Löslichkeit des salzsauren Propylamins in kaltem absoluten Alkohol sehr wesentlich erleichtert wird. Die Zusammensetzung des gebildeten Amins ergab sich aus der Analyse des Platinsalzes. Der Versuch lieferte 37.27 Procent, die Theorie verlangt 37.16 Procent Platin. Dass hier in der That das Isopropylamin,



$$\left(\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>CH\right)NH_2,$$

vorlag, wurde noch besonders durch die Siedepunktsbestimmung festgestellt. Die wasserfreie Base siedete bis zum letzten Tropfen zwischen 31° und 32°. Der Siedepunkt wird von Gautier[1] zwischen 31 und 32.5°, von Siersch[2] zu 31.5° angegeben. Es verdient bemerkt zu werden, dass Amine von so niedrigem Siedepunkte, wie der des Isopropylamins, sich leichter durch gepulverten Aetzbaryt als durch metallisches Natrium vollständig entwässern lassen.

Propylamin (normales) wird aus dem Amide der normalen Buttersäure gerade so dargestellt, wie das Isopropylamin aus dem Isobutyramid. Die Reaction geht indessen noch leichter von Statten, die Ausbeute ist erheblicher (zwischen 80 und 90 Procent der theoretischen) und die Bildung von Ammoniak tritt mehr und mehr zurück. Bei der Analyse des Platinsalzes, welches etwas weniger löslich ist als das Salz des Isopropylamins, wurden 37.12 Procent Platin erhalten; die Theorie verlangt 37.16 Procent. Dass man es mit dem normalen Propylamin,



$$(CH_3 - CH_2 - CH_2)NH_2,$$

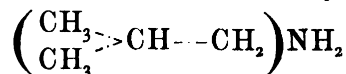
zu thun hatte, erhellt aus der Bestimmung des Siedepunkts, welcher bei Anwendung von 20 g Base zwischen 47 und 48° gefunden wurde. Mendius[3] giebt den Siedepunkt des aus Cyanäthyl dargestellten Propylamins, — er arbeitete mit 9 g, — zu 49.7° an.

---

[1] Gautier, Compt. rend. LXVII, 723.
[2] Siersch, Ann. Chem. Pharm. CXLVIII, 263.
[3] Mendius, Ann. Chem. Pharm. CXXI, 136.

Isobutylamin.

Von den verschiedenen Valeriansäuren ist nur die gewöhnliche, durch Oxydation von Gährungsamylalkohol erhaltene, also die Isopropylessigsäure, in Untersuchung genommen worden. Das von dieser Säure abstammende Valeramid verhält sich gegen Brom und Alkali wie das Amid der normalen Buttersäure. Die Ausbeute an Isobutylamin beträgt 90 Procent der theoretischen. Bemerkenswerth ist, dass hier neben der Aminbase kein Ammoniak mehr auftritt; statt seiner zeigen sich auf dem alkalischen Rückstande nach Vollendung der Destillation Oeltropfen, welche beim Erkalten zu Krystallen des isobutylirten Valerylharnstoffs (vergl. S. 339) erstarren. Dieser, sowie die Harnstoffe der höheren Reihen im Allgemeinen, unterscheidet sich von seinen niederen Homologen durch eine ungleich höhere Widerstandsfähigkeit gegen die Alkalien, und dem Umstande ist es offenbar zuzuschreiben, dass die Amine in dieser Reihe sowohl als in sämmtlichen höheren nicht mehr mit Ammoniak verunreinigt sind. Das aus dem Valeramid gewonnene Isobutylamin wurde durch eine Platinbestimmung identificirt. Theoretische Platinprocente 35.30; Versuchsprocente 35.21. Dass es das Isobutylamin



war, welches sich gebildet hatte, ergiebt sich aus der Bestimmung des Siedepunkts, der zwischen 65 und 67° gefunden wurde. Die aus dem Cyanate des Isobutylalkohols gewonnene Base siedet nach WURTZ[1] zwischen 69 und 70°, nach LINNEMANN[2] zwischen 65.8 und 68.3°. Der Siedepunkt der aus Isobutylbromid dargestellten liegt nach REIMER[3] zwischen 62 und 65°; ich selbst[4] habe den Siedepunkt des Isobutylamins sowohl aus Isobutyljodür als aus Isobutylcyanat zu 65.5° gefunden.

Amylamine.

Von den zahlreichen Capronsäuren, welche die Untersuchungen der letzten Jahre kennen gelehrt haben, sind nur zwei in den Kreis dieser Untersuchung gezogen worden, nämlich die normale (Gährungscapronsäure) und die aus dem gewöhnlichen Cyanamyl entstehende (Isocapronsäure oder Isobutylessigsäure). Was die Gewinnung der Amylamine aus den Amiden dieser beiden Säuren anlangt, so braucht

---

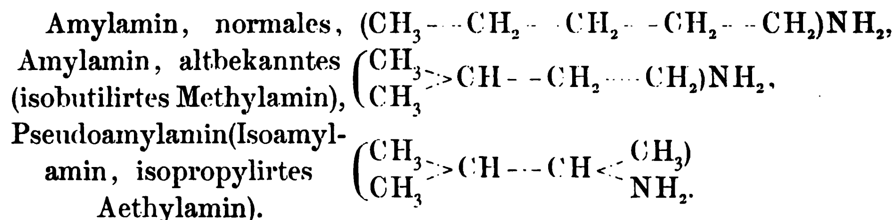
[1] WURTZ, Ann. de Chim. et de Phys. [3] XLII, 129.
[2] LINNEMANN, Ann. Chem. Pharm. CLXII, 24.
[3] REIMER, Ber. chem. Ges. IV, 756.
[4] HOFMANN, Ber. chem. Ges. VIII, 512.

nur auf das für die Darstellung der Propylamine und des Isobutylamins Gesagte verwiesen zu werden. Die Ausbeute an Aminbasen beträgt in beiden Fällen 88 Procent der theoretischen.

Amylamin, normales. Diese bisher noch nicht beobachtete, aus dem normalen Capronamid entstehende Verbindung unterscheidet sich von den beiden bekannten Amylaminen durch ihren höheren Siedepunkt. Während das gewöhnliche Amylamin (aus dem Cyanate oder den Halogenverbindungen des Gährungsamylalkohols dargestellt) bei 95—96°, das sogenannte Isoamylamin oder Pseudoamylamin (aus Amylen gewonnen) bei 78.5° siedet, zeigt sich der Siedepunkt der neuen Aminbase absolut constant bei 103°. Die Zusammensetzung wurde durch die Analyse des Platinsalzes festgestellt. Die Theorie verlangt 33.61 Procent Platin, gefunden wurden 33.40.

Amylamin, gewöhnliches (isobutylirtes Methylamin). Das Amid der Isocapronsäure (Isobutylessigsäure) liefert die ursprünglich von Wurtz aus dem Cyanate des Gährungsamylalkohols dargestellte, später von mir aus dem Bromamyl und endlich von Mendius aus dem Valeronitril gewonnene Aminbase. Der Siedepunkt dieses Amylamins ist von Wurtz[1] und de Silva[2] zu 95°, von Brazier und Gosleth[3] zu 93° angegeben. Die aus dem Isocapronamid dargestellte Base siedete zwischen 95 und 96°. Ihre Zusammensetzung ergab sich aus der Analyse des Platinsalzes: gefunden 33.40 Procent Platin, berechnet 33.61 Procent.

Man kennt also jetzt drei primäre Amine der Amylreihe, deren verschiedene Structur aus folgenden Formeln erhellt:



Amylamin, normales, $(CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2)NH_2$,

Amylamin, altbekanntes (isobutilirtes Methylamin), $\left(\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\right> CH-CH_2-CH_2)NH_2$,

Pseudoamylamin (Isoamylamin, isopropylirtes Aethylamin). $\left(\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\right> CH-CH < \begin{matrix}CH_3)\\NH_2\end{matrix}$.

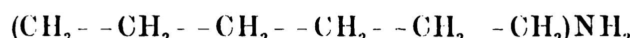
Sextylamin.

Zur Darstellung dieser Base wurde das Amid der aus dem Oenanthol gewonnenen Oenanthylsäure benutzt, welche gewöhnlich als die normale Säure der Septanreihe aufgefasst wird. Das Sextyl-

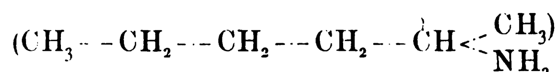
[1] Wurtz, Ann. de Chim. et de Phys. [3] XXX, 447.
[2] de Silva, Compt. rend. LXIV, 209.
[3] Brazier und Gosleth, Ann. Chem. Pharm. LXXV, 253.

amin wird noch immer in reichlicher Menge erhalten; die Ausbeute, etwa 70 Procent der theoretischen, beginnt sich indessen doch schon zu verringern, indem sich zu den bei dem Methylamin bereits näher betrachteten Verlusten noch ein weiterer hinzugesellt, welcher durch Abspaltung von Wasser und Bildung des normalen Nitrils aus dem Amide bedingt wird. Die aus dem Oenanthylamid dargestellte Base siedete zwischen 128 und 130°. Die Zusammensetzung wurde durch die Analyse des Platinsalzes festgestellt. Berechnete Platinprocente 32.08, gefundene 31.81.

Wenn die Auffassung, nach welcher die Oenanthylsäure als normale gilt, die richtige ist, so muss das hier vorliegende Amin das normale

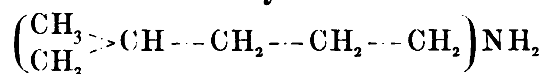


sein. Diese Base ist bereits von PELOUZE und CAHOURS[1] gelegentlich ihrer grossen Arbeit über die Kohlenwasserstoffe des Petroleums dargestellt worden. Die genannten Forscher geben allerdings den Siedepunkt des aus dem Sextan des Petroleums abgeleiteten Amins etwas niedriger, nämlich zwischen 124 und 128°, an; im Übrigen stimmt die Beschreibung, welche sie von ihrer Base liefern, mit den Eigenschaften der aus dem Oenanthylamid gewonnenen überein, so dass an der Identität der auf so verschiedenen Wegen erzeugten Körper wohl nicht gezweifelt werden kann, und es würde somit, vorausgesetzt, dass das aus dem Sextan entstandene ein normales Amin ist, auch ein Rückschluss auf die normale Constitution der Oenanthylsäure gestattet sein. Jedenfalls ist die aus dem Amide der letztgenannten Säure entstandene Base von dem Sextylamin verschieden, welches UPPENKAMP[2] durch Einwirkung von Ammoniak auf das β-Sextyljodid gewonnen hat, indem er das primäre Amin aus dem Gemenge der entstandenen Basen in der Form von Senföl abschied. Das so erhaltene Amin siedet schon bei 116°, also 12 bis 14 Grade niedriger als das dem Oenanthylamid entstammende. Da das aus dem Mannit gewonnene Jodid, mit welchem UPPENKAMP arbeitete, das secundäre ist, so muss die Structur der aus ihm erzeugten Base durch die Formel



ausgedrückt werden.

Es ist auch noch ein Isosextylamin



---

[1] PELOUZE und CAHOURS, Ann. Chem. Pharm. CXXIV, 295.
[2] UPPENKAMP, Ber. chem. Ges. VIII, 55.

concentrirter Salzsäure bei 200°. Für die Untersuchung ist es zumal nach dem letztgenannten Verfahren gewonnen worden.

Das beim Erkalten der Röhren erstarrte Reactionsproduct, ein Gemenge von salzsaurem Septdecylamin, Stearamid und Stearinsäure, wurde zur Entfernung des Salmiaks mit Wasser gewaschen und in heissem Alkohol gelöst. Aus dieser Lösung fällt Platinchlorid das Platinsalz des Septdecylamins in gelben Krystallflittern, während Säure und Amid in Lösung bleiben. Um jede Spur etwa noch anhaftender Säure oder Amid zu entfernen, wurde das Platinsalz nochmals mit Alkohol ausgekocht.

Der Formel



$$2[(C_{17}H_{35})NH_2 . HCl]PtCl_4$$

gehören folgende Werthe an:

	Theorie		Versuch		
C_{34}	408	44.25	44.46	—	—
H_{76}	76	8.24	8.35	—	—
N_2	28	3.04	—	—	—
Pt	197	21.37	—	21.20	21.45
Cl_6	213	23.10	—	—	—
	922	100.00			

Um das Amin zu gewinnen, wurde das Platinsalz in Alkohol suspendirt und das Platin durch metallisches Natrium gefällt. Beim Abdampfen der filtrirten Lösung bleibt das Septdecylamin in Gestalt einer fettartigen Masse zurück, welche durch Zerreiben mit Wasser von dem anhängenden Alkali getrennt wird. Diese Base ist vollkommen geruchlos, mit Wasserdampf lässt sie sich nicht mehr verflüchtigen, sie destillirt aber bei sehr hoher Temperatur unzersetzt. In Wasser ist sie so völlig unlöslich, dass das mit ihr in Berührung befindliche nicht die geringste alkalische Reaction zeigte. Diese kommt aber alsbald stark ausgesprochen zur Geltung, wenn man die Base in Alkohol löst. Auch die Verbindungen des Septdecylamins, soweit ich sie untersucht habe, zumal das Chlorhydrat, sind in Wasser vollkommen unlöslich, lösen sich aber in Alkohol auf.

Mit den Versuchen über das Septdecylamin, welches eine genauere Erforschung verdient, als ihm bisher zu Theil geworden ist, gelangt meine Arbeit über das Verhalten des Acetamids und seiner Homologen zum Brom in alkalischer Lösung zu einem zeitweiligen Abschlusse. Nach den Osterferien gedenke ich eine Reihe anderer Amide in ähnlichem Sinne zu prüfen.

Digestion mit concentrirter Salzsäure im geschlossenen Rohre bei 150° zu gewinnen. Der Siedepunkt des gebildeten Octylamins liegt zwischen 171 und 174°.

Die Analyse des Platinzalzes ergab 29.31 Procent Platin; der Formel



$$2\,[(C_8H_{17})NH_2\,.\,HCl]\,PtCl_4$$

entsprechen 29.40 Procent.

Nonylamin.

Das Amid, aus welchem diese Base dargestellt worden ist, gehört der durch Oxydation des höher siedenden Fuselöls erhaltenen Decoxylsäure (Caprinsäure) an. Die Nitrilbildung tritt in dieser Reihe noch mehr in den Vordergrund, und die Ausbeute an Nonylamin ist noch geringer als die an Octylbase. Die im Wasser schon ziemlich schwer lösliche Flüssigkeit siedet gegen 195°; diese Zahl macht aber keinen Anspruch auf Genauigkeit, da die Menge der zur Siedepunktsbestimmung verwendeten Base nur sehr gering war. Bei der Analyse des Platinsalzes wurden 28.20 Procent Platin erhalten. Die Formel



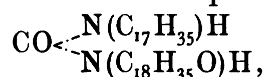
$$2\,[(C_9H_{19})NH_2\,.\,HCl]\,PtCl_4$$

verlangt 28.22 Procent Platin. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass PELOUZE und CAHOURS[1] im Laufe ihrer grossen Untersuchung über das Steinöl auch das Nonylamin (Pelargylamin) aus dem Petroleumnonan dargestellt haben. Sie fanden den Siedepunkt dieser Base zwischen 190 und 192°.

Um auch noch das Amid einer Säure von möglichst hohem Moleculargewichte nach dem neuen Verfahren in ein Amin überzuführen, wurde schliesslich die Stearinsäure in den Kreis der Untersuchung gezogen.

Septdecylamin.

Noch eben erst habe ich erwähnt, dass schon das Amid der zehnten Reihe nur eine spärliche Ausbeute an Amin liefert. In der achtzehnten Reihe ist es nicht mehr gelungen, das Amid direct, also durch Behandlung mit Brom und Alkali, in Amin überzuführen. Dagegen erhält man das Septdecylamin aus dem in dem vorhergehenden Aufsatze (vgl. S. 342) beschriebenen Septdecylstearylharnstoff



$$CO\genfrac{}{}{0pt}{}{\langle N(C_{17}H_{35})H}{\langle N(C_{18}H_{35}O)H,}$$

sowohl durch Schmelzen mit Alkali als auch durch Einschluss mit

[1] PELOUZE und CAHOURS, l. c.

Über die Darstellung der Amide einbasischer Säuren der aliphatischen Reihe.

Von A. W. Hofmann.

Im Laufe der Untersuchungen über die Umbildung der Amide durch Einwirkung des Broms in alkalischer Lösung, welche der Akademie vorliegen, habe ich mich wiederholt auch mit der Darstellung der Glieder dieser Gruppe, zunächst allerdings nur der Amide der einbasischen aliphatischen Säuren, beschäftigt, und es scheint hier der Ort, einige Erfahrungen, welche bei diesen Versuchen gesammelt wurden, anhangsweise mitzutheilen. Ich habe bei dieser Gelegenheit auch die unliebsam zerstreuten Arbeiten über diese Körpergruppe durchgesehen und glaube späteren Bearbeitern dieser Verbindungen einen Dienst zu erweisen, indem ich einige Literaturnachweise anfüge.

Es waren vorzugsweise drei Darstellungsmethoden gegeben, welche für die Gewinnung grösserer Mengen von Amiden in Betracht kommen konnten: nämlich Destillation der Ammoniaksalze, Behandlung der Aether mit Ammoniak, endlich Einwirkung von Ammoniakgas oder Ammoniumcarbonat auf die Säurechloride.

Die erste der oben genannten Methoden verdanken wir Dumas[1], welcher sie schon vor mehr als einem halben Jahrhunderte bei der Darstellung des Oxamids in Anwendung brachte; die zweite rührt von Liebig[2] her, welcher nachwies, dass der durch Einwirkung von Ammoniak auf Oxalsäureäther entstehende, zuerst von Bauhof beobachtete Körper identisch ist mit dem durch Destillation des Ammoniumoxalats gebildeten. Beide Methoden sind auch für die Darstellung der Amide einbasischer Säuren vielfach verwerthet worden. Das dritte Verfahren ist von Liebig und Wöhler[3] zum ersten Male bei der Darstellung eines aromatischen Amids, des Benzamids aus Benzoyl-

---

[1] Dumas, Ann. de Chim. et de Phys. [2] XLIV, 142.
[2] Liebig, Ann. Chem. Pharm. IX, 129.
[3] Liebig und Woehler, Ann. Chem. Pharm. III, 262.

Ich kann diesen Aufsatz nicht schliessen, ohne hier nochmals der Mitwirkung eines jungen talentvollen Chemikers, des Hrn. FRANZ MYLIUS, zu gedenken, dem ich schon mehrfach Gelegenheit gehabt habe, meine volle Anerkennung auszusprechen. Die vorliegenden Untersuchungen haben den besten Theil des Wintersemesters in Anspruch genommen, während welcher Zeit sich Hr. MYLIUS den beschriebenen Versuchen mit einer Hingebung gewidmet hat, an die ich stets mit lebhafter Dankbarkeit zurückdenken werde.

Auch Hrn. Dr. N. NAGAI, Hrn. Dr. A. PARRISIUS sowie Hrn. A. BEHRMANN bin ich für werthvolle Hülfe bei diesen Untersuchungen zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Über die Darstellung der Amide einbasischer Säuren der aliphatischen Reihe.

Von A. W. Hofmann.

Im Laufe der Untersuchungen über die Umbildung der Amide durch Einwirkung des Broms in alkalischer Lösung, welche der Akademie vorliegen, habe ich mich wiederholt auch mit der Darstellung der Glieder dieser Gruppe, zunächst allerdings nur der Amide der einbasischen aliphatischen Säuren, beschäftigt, und es scheint hier der Ort, einige Erfahrungen, welche bei diesen Versuchen gesammelt wurden, anhangsweise mitzutheilen. Ich habe bei dieser Gelegenheit auch die unliebsam zerstreuten Arbeiten über diese Körpergruppe durchgesehen und glaube späteren Bearbeitern dieser Verbindungen einen Dienst zu erweisen, indem ich einige Literaturnachweise anfüge.

Es waren vorzugsweise drei Darstellungsmethoden gegeben, welche für die Gewinnung grösserer Mengen von Amiden in Betracht kommen konnten: nämlich Destillation der Ammoniaksalze, Behandlung der Aether mit Ammoniak, endlich Einwirkung von Ammoniakgas oder Ammoniumcarbonat auf die Säurechloride.

Die erste der oben genannten Methoden verdanken wir Dumas[1], welcher sie schon vor mehr als einem halben Jahrhunderte bei der Darstellung des Oxamids in Anwendung brachte; die zweite rührt von Liebig[2] her, welcher nachwies, dass der durch Einwirkung von Ammoniak auf Oxalsäureäther entstehende, zuerst von Bauhof beobachtete Körper identisch ist mit dem durch Destillation des Ammoniumoxalats gebildeten. Beide Methoden sind auch für die Darstellung der Amide einbasischer Säuren vielfach verwerthet worden. Das dritte Verfahren ist von Liebig und Wöhler[3] zum ersten Male bei der Darstellung eines aromatischen Amids, des Benzamids aus Benzoyl-

---

[1] Dumas, Ann. de Chim. et de Phys. [2] XLIV, 142.
[2] Liebig, Ann. Chem. Pharm. IX, 129.
[3] Liebig und Woehler, Ann. Chem. Pharm. III, 262.

chlorid, in Anwendung gebracht worden; es ist aber für die Darstellung aliphatischer Amide in gleicher Weise anwendbar.

Handelt es sich darum, eine Säure schnell in ihr Amid zu verwandeln, so wird es sich kaum empfehlen, den letztgenannten Weg einzuschlagen, da man sie in erster Linie in das entsprechende Chlorid verwandeln muss, eine Operation, die einen Verlust an Zeit und Material bedingt. Überdies ist auch die Scheidung des gedachten Amids von dem gleichzeitig gebildeten Salmiak, zumal in den niederen Reihen, keineswegs ganz einfach, von der Möglichkeit, nebenbei auch secundäre Amide zu erzeugen, nicht zu sprechen. (Vergl. S. 362.)

In den meisten Fällen hat man daher auch die Amide entweder aus den Aethern oder durch Destillation der Ammoniumsalze dargestellt[1].

Was zunächst die Überführung der Aether in die Säureamide anlangt, so gelingt diese sehr leicht, wenn es sich um die Umwandlung von Aethern handelt, welche, wie Ameisensäureäther oder Essigäther, in Wasser ziemlich löslich sind. Hat man eine Mischung von Ameisensäureäther oder Essigsäureäther mit wässeriger Ammoniakflüssigkeit einige Tage stehen lassen, so ist in der Regel der Aether verschwunden, und die Flüssigkeit enthält nunmehr reichliche Mengen von Amid (Formamid, Acetamid). Allein man würde sich täuschen, wollte man annehmen, dass eine der angewendeten Menge Aether entsprechende Quantität Amid erhalten werde. Selbst bei gewöhnlicher Temperatur geht ein erheblicher Theil des Aethers in Alkohol und Ammoniaksalz über, wodurch die Ausbeute geschmälert wird. Nach Mittheilungen des Hrn. Dr. BANNOW beträgt die Ausbeute an Acetamid (selbst beim Arbeiten im Grossen) in der Regel nicht viel mehr als 70 Procent der theoretischen. Viel ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse bei den in Wasser schwer- oder unlöslichen Aethern. Diese werden bei gewöhnlicher Temperatur selbst von starkem Ammoniak nur äusserst langsam angegriffen. Ich habe Buttersäure- und Valeriansäureäthyläther monatelang mit starker Ammoniakflüssigkeit zusammen stehen lassen, ohne dass sich mehr als ein geringfügiger Bruchtheil des Aethers gelöst hätte. Selbst als mein Freund Dr. W. SIEMENS die Güte hatte, die Gefässe, welche die Mischungen enthielten, an den Balancier einer seiner Dampfmaschinen befestigen

[1] LETTS, (Ber. chem. Ges. V, 669) hat neuerdings gezeigt, dass man die aliphatischen Amide auch durch Destillation der Säuren mit Schwefelcyankalium erhalten kann. Diese Methode bietet den Vortheil, dass sie direct von der Säure ausgeht, allein die Ausbeuten sind nach den Angaben des genannten Forschers, die ich bestätigen kann, verhältnissmässig geringe, — etwa 30 Procent der theoretischen, — so dass von Versuchen, mit dieser Methode zu arbeiten, alsbald Abstand genommen werden musste.

zu lassen, so dass sie wochenlang durchgeschüttelt wurden, liessen sich keine befriedigenderen Resultate erzielen. Ebenso wenig gelang es, die Amidbildung durch Auflösung der Aether in alkoholischem Ammoniak zu beschleunigen. Digerirt man die Aether mit wässerigem Ammoniak im geschlossenen Rohre bei 100° oder besser bei 150°, so erfolgt die Bildung der Amide in kürzerer Zeit, aber nicht, ohne dass ganz unverhältnissmässige Quantitäten von Ammoniaksalzen als Nebenproduct entständen. Durch Zusatz von Alkohol bei der Digestion erleidet die Ausbeute noch eine weitere Verringerung.

Lässt aber die Darstellung des Amids durch Behandlung der Aether mit Ammoniak noch Manches zu wünschen übrig, so sind die Ausbeuten, welche man bei der Destillation der Ammoniaksalze erhält, noch weniger befriedigend. Versuche über die Darstellung des Acetamids nach dieser Methode sind von Kündig[1] veröffentlicht worden. Er giebt an, im günstigsten Falle, wenn mit Ammoniakgas gesättigter Eisessig angewendet wurde, etwas über 25 Procent der theoretischen Ausbeute an Acetamid erhalten zu haben. Bei allen diesen Destillationen entweichen am Anfange der Operation Ströme von Ammoniak, welche natürlich für die Amidbildung verloren gehen. Petersen[2], welcher auf den Rath Bunsen's den Versuch in der Weise modificirte, dass er äquivalente Mengen geschmolzenen Natriumacetats und Salmiaks mit einander destillirte, theilt mit, dass man auf diese Weise leicht und vortheilhaft Acetamid gewinnen könne, giebt aber über den Procentsatz der Ausbeute Näheres nicht an. Bei einer Wiederholung dieses Versuchs wurde allerdings direct vollkommen reines Acetamid erhalten, allein auch in diesem Falle ging eine grosse Menge von Ammoniak verloren, und es wurden schliesslich nicht mehr als 20 Procent der theoretischen Ausbeute gewonnen.

Angesichts dieser unbefriedigenden Ausbeuten sind mannichfache Anläufe gemacht worden, eine ergiebigere Darstellungsweise aufzufinden, und es hat sich schliesslich herausgestellt, dass nach diesem Verfahren sehr erwünschte Resultate erzielt werden, wenn man auf die trocknen Ammoniaksalze, statt sie alsbald zu destilliren, fünf bis sechs Stunden unter Druck eine Temperatur von circa 230° einwirken lässt. Die Röhren enthalten nach der Digestion eine wässrige Lösung des Ammoniaksalzes neben einer reichlichen Menge des Amids, welche in günstigem Falle zwischen 80 und 85 Procent der theoretischen Ausbeute schwankt. Beim Arbeiten in den niederen Reihen erhält man das Amid durch Destillation im reinen Zustande. In den höheren

[1] Kündig, Ann. Chem. Pharm. CV, 277.
[2] Petersen, Ann. Chem. Pharm. CVII, 331.

Reihen genügt es in der Regel, die gebildete Krystallmasse des Amids von dem ungleich löslicheren Ammoniaksalze durch Absaugen zu trennen.

Ich lasse nun kurz einige Notizen über die nach diesem Verfahren gewonnenen Amide folgen.

Formamid wurde zuerst von mir selbst[1] durch Digestion einer Lösung von Ammoniak in Ameisensäureäther bei 100° gewonnen. In der Folge habe ich es öfter durch Einleiten von Ammoniak in Ameisensäureäther, Stehenlassen der Mischung und öfter wiederholtes Einleiten von Gas dargestellt. Ein Theil des Aethers erleidet aber hierbei eine andere Umbildung. Immerhin können auf diese Weise über 70 Procent der theoretischen Ausbeute gewonnen werden. Später hat BEHREND[2] das Formamid auch bei der Destillation von ameisensaurem Ammoniak in Gegenwart von Harnstoff erhalten; endlich hat LORIN[3] gezeigt, dass es sich auch bei Abwesenheit von Harnstoff sowohl aus dem ameisensauren als auch aus dem oxalsauren Salze bildet. Weder der eine, noch der andere Forscher hat die Ausbeute angegeben, welche er erhalten hat.

Als man 100 Gewichtstheile krystallisirten, ameisensauren Ammoniaks fünf Stunden lang auf 230° erhitzt hatte, wurde eine Flüssigkeit erhalten, welche 80 Gewichtstheile eines zwischen 190 und 215° siedenden Destillates lieferte, Bei der Rectification wurden aus diesen 80 Gew. Th. 55 Gew. Th. zwischen 200 und 212° siedenden Formamids gewonnen. Ausbeute 71 Procent der theoretischen, also ungefähr ebensoviel als durch Behandlung des Aethers mit Ammoniak.

Acetamid, zuerst von DUMAS, MALAGUTI und LEBLANC[4] durch Digestion von Essigäther und wässrigem Ammoniak dargestellt, ist wohl trotz der bereits erwähnten Vorschläge von KÜNDIG und PETERSEN bisher fast ausschliesslich nach dem genannten Verfahren gewonnen worden. Sehr erhebliche Mengen von Acetamid, welche wir, Hr. BUCKTON und ich, bei unserer Arbeit über die Disulfometholsäure verbrauchten, hatten wir ausschliesslich durch Digestion von Essigäther mit Ammoniak in einem eisernen Autoclaven dargestellt[5].

Neuerdings habe ich das Acetamid mehrfach nach dem abgeänderten Verfahren aus Ammoniumacetat bereitet. Bei Anwendung von essigsaurem Ammoniak (durch Sättigung von Eisessig mit Ammoniak

---

[1] HOFMANN, J. Chem. Soc. [2] I, 72.
[2] BEHREND, Ann. Chem. Pharm. CXXVIII, 335.
[3] LORIN, Compt. rend. LIX, 51.
[4] DUMAS, MALAGUTI, LEBLANC, Compt. rend. XXV, 657.
[5] BUCKTON und HOFMANN, Ann. Chem. Pharm. C, 135.

und Vollendung der Neutralisation mit starker Ammoniakflüssigkeit bereitet) wurden 85.7 Procent der theoretischen Ausbeute (auf die Menge des angewendeten Eisessigs berechnet) erhalten. Als aequivalente Mengen von geschmolzenem Natriumacetat und Salmiak digerirt wurden, betrug die Ausbeute nur circa 77 Procent.

Die Krystalle des auf diese Weise gewonnenen Acetamids zeigten nach dem Pressen den Schmelzpunkt 82°. (S. oben S. 244.) Leider lässt sich die Operation nicht, wie die Digestion des Aethers mit Ammoniakflüssigkeit, in eisernen Autoclaven ausführen, da dieselben stark angegriffen werden. Man wird daher wohl in Zukunft das Acetamid wie bisher durch Behandlung des Aethers mit Ammoniak am bequemsten gewinnen.

Propionamid. Zuerst von Dumas, Malaguti und Leblanc gelegentlich der bereits citirten Arbeit aus dem Aether gewonnen, ist dieser Körper neuerdings auch wieder von Sestini[1] nach demselben Verfahren dargestellt worden. Das so erhaltene Propionamid schmilzt bei 75—76°. Die Verbindung bildet sich leicht beim Erhitzen des Ammoniaksalzes unter Druck Die Ausbeute betrug indessen bei einem allerdings in kleinem Maassstabe angestellten Versuche nur 55 Procent der theoretischen (auf die angewandte Menge reiner Propionsäure berechnet). Diese Ausbeute ist aber immerhin noch mehr als doppelt so gross wie die aus dem Aether erhaltene, welche selbst beim Arbeiten im Grossen kaum über 20 Procent betrug. Das gewonnene reine Propionamid zeigte den Schmelzpunkt 77°.

Butyramide. Das *Isobutyramid* ist von Münch[2] aus dem isobuttersauren Isobutyl, sowie von Letts[3] durch Destillation von Isobuttersäure mit Schwefelcyankalium dargestellt worden. Letzterer giebt den Schmelzpunkt zu 100—102°, ersterer den Schmelzpunkt des krystallisirten zu 124°, des sublimirten (vielleicht etwas Nitril enthaltenden) zu 122° an.

Ehe das Digestionsverfahren aufgefunden worden war, hatte man versucht, das Isobutyramid durch Einwirkung von Isobutyrylchlorid mit Ammoniak zu bereiten. Diese Methode ist indessen nicht empfehlenswerth, da sie zur Bildung von

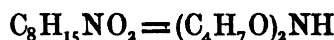
Diisobutyramid Veranlassung giebt. Letztere Verbindung, welche, soviel mir bekannt, noch nicht beobachtet worden ist, lässt sich mit Leichtigkeit von dem Isobutyramid durch Wasser trennen, in welchem

---

[1] Sestini, Ber. chem. Ges. VII, 1372.
[2] Münch, Ber. chem. Ges. IV, 414.
[3] Letts, Ber. chem. Ges. V, 672.

sich dieses reichlich löst, während das secundäre Amid unlöslich ist. Das Diisobutyramid ist dagegen in siedendem Alkohol lösslich, aus dem es beim Erkalten in langen glänzenden Nadeln anschiesst, welche bei 174° schmelzen. Für die Analyse wurde die Substanz bei 100° getrocknet.

Der Formel



$$C_8H_{15}NO_2 = (C_4H_7O)_2NH$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie.		Versuch.	
C_8	96	61.13	61.62	—
H_{15}	15	9.56	10.06	—
N	14	8.92	—	9.71
O_2	32	20.39	—	—
	157	100.00.		

Das Diisobutyramid besitzt eine Sublimationsfähigkeit, wie ich sie noch bei keiner Substanz beobachtet habe. Es fängt schon unter 100° an, sich langsam zu verflüchtigen. Beim stärkeren Einwirken der Wärme erheben sich aus der schmelzenden Masse spinnwebartige Gebilde, die sich bald loslösen und, der *lana philosophica* nicht unähnlich, in der Luft auffliegen. Rasch destillirt, spaltet sich das Diisobutyramid in Isobuttersäure und Isobutyronitril:



$$(C_4H_7O)_2NH = C_4H_7OOH + C_4H_7N.$$

Eine ganz vortreffliche Ausbeute von Isobutyramid, über 90 Procent der theoretischen, wurde bei der Digestion von trockenem isobuttersauren Ammoniak erhalten. Die so gewonnenen Krystalle zeigten den Schmelzpunkt 128—129°.

Butyramid (normales) ist zuerst von CHANCEL[1] durch 10 tägige Digestion von buttersaurem Aethyläther mit Ammoniak dargestellt worden. Der genannte Forscher giebt den Schmelzpunkt zu 115° an. Von genau demselben Schmelzpunkte wurde es gewonnen, als buttersaures Ammoniak (durch Sättigung von Gährungsbuttersäure mit Ammoniak erhalten) unter Druck digerirt wurde. Die Ausbeute betrug 75 Procent der theoretischen (auf das angewendete Buttersäurehydrat berechnet).

Valeramid ist zuerst von mir[2], später von DUMAS, MALAGUTI und LEBLANC, endlich von DESSAIGNES und CHAUTARD[3], und zwar stets durch Einwirkung von Ammoniak auf den Aether, gewonnen worden. Alle Beobachter weisen auf die lange Zeit hin, welche zu seiner Bildung

---

[1] CHANCEL, Compt. rend. XVIII, 849.
[2] HOFMANN, Ann. Chem. Pharm. LXV, 56.
[3] DESSAIGNES und CHAUTARD, Journ. d. Pharm. [3] XIII, 244.

erforderlich ist. Später hat es LETTS[1] durch Destillation von Valeriansäure mit Schwefelcyankalium dargestellt, in welchem Falle es neben Valeronitril erscheint. Der Schmelzpunkt des so gewonnenen Amids liegt nach bei LETTS 126—128°. Durch Digestion von valeriansaurem Ammoniak wurden 77 Procent der theoretischen Ausbeute (auf die Menge des angewandten Valeriansäurehydrats berechnet) an reinem Valeramid vom Schmelzpunkte 126 erhalten.

Alle diese Angaben beziehen sich auf die durch Oxydation des Fuselöls erhaltene Säure.

Capronamide. Diese Körper sind bisher kaum studirt worden. Ich finde nur eine Notiz, nach welcher L. HENRY[2] ein Capronamid in Händen gehabt hat. Es war durch die Einwirkung des Säurechlorids auf Ammoniumcarbonat erhalten worden. Die angewendete Säure war wahrscheinlich die aus dem Amylcyanid entstehende.

Ich habe das Amid sowohl der normalen Capronsäure (Gährungscapronsäure) als auch der Isocapronsäure (Isobutylessigsäure) durch Digestion der Ammoniaksalze dargestellt.

Capronamid (normales). Blättrige, krystallinische Masse, in kaltem Wasser schwer löslich, aus heissem Wasser krystallisirbar, in Alkohol leicht löslich. Schmelzpunkt 120°. Ausbeute 70 Procent der theoretischen, auf die Menge des angewendeten Hydrats berechnet.

Isocapronamid. Krystallinische Masse, der vorher beschriebenen sehr ähnlich. Schmelzpunkt 100°. Ausbeute 63 Procent der theoretischen (auf die Menge des angewendeten Hydrats berechnet).

Oenanthylamid zuerst von CHIOZZA[3] und MALERBA beschrieben, welche es durch die Einwirkung von Ammoniak auf das Anhydrid der Oenanthylsäure gewannen. Sie geben den Schmelzpunkt des in Blättern krystallisirenden Amids zu 95°2. Denselben Schmelzpunkt zeigt das durch Digestion des oenanthylsauren Ammoniaks erhaltene Amid. Ausbeute 70 Procent der theoretischen (auf Säurehydrat von constantem Siedepunkte 220° berechnet). Die Oenanthylsäure war durch Oxydation des Oenanthols gewonnen worden.

Octoxylamid (Caprylamid). Ein Octoxylamid ist von FELLETAR[4] durch Behandlung des bei 214° siedenden Aethyläthers dargestellt worden. Der Ursprung der Säure ist nicht besonders angegeben. Die perlmutterglänzenden Blättchen zeigten den Schmelzpunkt 110°.

---

[1] LETTS, l. c.
[2] L. HENRY, Ber. chem. Ges. II, 495.
[3] CHIOZZA, Ann. Chem. Pharm. XCI, 102.
[4] FELLETAR, Jahresbericht 1868, 624.

Durch Digestion des octoxylsauren Ammoniaks wurde ein krystallinisches Amid erhalten, welches schon bei 94° schmolz. Die zu dem Versuche verwendete Octoxylsäure, zwischen 236 und 240° siedend, war durch Oxydation der höher siedenden Fuselöle mit Salpetersäure erhalten worden. Ausbeute 76 Procent der theoretischen.

Nonoxylamid. Die zu dem Versuche verwendete Säure verdanke ich der Güte des Hrn. Dr. BANNOW, welcher sie nach dem Verfahren von F. KRAFFT[1] und F. BECKER[2] aus Ricinusöl gewonnen hatte. Das Amid ist eine perlmutterglänzende Krystallmasse, in kaltem Wasser fast unlöslich, aus siedendem krystallisirbar. Schmelzpunkt 99°. Ausbeute 80 Procent der theoretischen.

Decoxylamid (Caprinamid) ist zuerst von ROWNEY[3] dargestellt worden, welcher es als eine krystallische, unter 100° schmelzende Masse beschrieb. Die verwendete Decoxylsäure war durch Oxydation der hoch siedenden Theile des Fuselöls der schottischen Brennereien erhalten worden. Die zu meinen Versuchen dienende Säure stammte ebenfalls aus dem Fuselöl.

Das durch Digestion des Ammoniaksalzes gewonnene Amid schmolz bei 98°. Ausbeute 75 Procent der theoretischen.

Stearamid. Dieser Körper ist zuerst von CARLET[4] durch fünfundzwanzigtägiges Erhitzen einer Mischung von Stearinsäureäther mit alkoholischem Ammoniak in einem Salzwasserbade erhalten worden. Das so gewonnene Amid schmolz bei 107°. Die Darstellung aus dem Aether kann wesentlich abgekürzt werden, wenn man denselben unter Druck bei 180° einige Stunden lang mit wässerigem Ammoniak digerirt. Man erhielt auf diese Weise erhebliche Mengen von Stearamid, welches bei 107° schmolz.

Bei der fünfstündigen Digestion von stearinsaurem Ammoniak bei 230° betrug die Ausbeute an Stearamid etwas mehr als 50 Procent der theoretischen. Wegen der Schwierigkeit, das Ammoniaksalz der Stearinsäure rein zu erhalten, während sich der Aether mit der grössten Leichtigkeit bildet, dürfte die Darstellung des Stearamids nach der ersten Methode den Vorzug verdienen.

Schliesslich sage ich Hrn. Dr. N. NAGAI für seine werthvolle Mitwirkung bei Ausführung dieser Versuche meinen besten Dank.

---

[1] F. KRAFFT, Ber. chem. Ges. X, 234.
[2] F. BECKER, Ber. chem. Ges. XI, 1412.
[3] ROWNEY, Ann. Chem. Pharm. LXXIX, 243.
[4] CARLET, Bull. soc. chim. 1859, 79.

einer Flüssigkeit von der Zusammensetzung $H_3PO_4 . H_2O$ entspricht, welche 61.9 Procent Anhydrid enthält. Man wendet auf 1 Theil Harnstoff etwa 2—3 Theile der flüssigen Phosphorsäure an. Die Mischung wird in einem Ballon mit Rückflusskühler auf einem Drahtnetze erhitzt, bis das Anfangs ziemlich starke Aufschäumen aufhört, was bei Anwendung von 30—40 g nur ungefähr eine halbe Stunde in Anspruch nimmt. Das Senföl braucht alsdann nur noch mit Wasserdampf abgeblasen, und aus dem Rückstande das als Phosphat fixirte Amin durch ein Alkali in Freiheit gesetzt zu werden.

bei vielen Harnstoffen so schwierig, dass man in der Mehrzahl von Fällen auf diese Darstellungsweise geradezu verzichten muss. Diese Erfahrung wurde schon von MERZ und WEITH gemacht, als sie das Senföl des Paratoluidins darstellen wollten; sie erhielten es erst, als sie den Ditolylsulfoharnstoff mit Salzsäure im geschlossenen Rohre auf 140—150° erhitzten. Ich kann diese Erfahrung bestätigen, und sie gilt auch für die Senföle der beiden Naphtylamine.

In neuerer Zeit ist mehr oder weniger concentrirte Schwefelsäure zur Senföldarstellung vorgeschlagen worden. So empfiehlt LACHMANN[1] für die Darstellung des Paratolylsenföls Kochen des Harnstoffs mit einer Mischung von 4 Theilen Schwefelsäure und 3 Theilen Wasser. Die auf diese Weise erhaltene Ausbeute wird nicht angegeben. LIEBERMANN und NATANSON[2] haben sich ebenfalls der Schwefelsäure bedient, aber sie wendeten sie verdünnter an ($2H_2SO_4$ auf $5H_2O$) und erhitzten dann in geschlossener Röhre 5—6 Stunden lang auf 160°. Nach ihrer Angabe konnten auf diese Weise bis zu 70 Procent der theoretischen Ausbeute gewonnen werden. Ich habe gleichfalls die Schwefelsäure benützt, und den Angaben der genannten Forscher entsprechende Erscheinungen beobachtet. Die Schwefelsäure hat indessen den Nachtheil, dass sie, einigermaassen concentrirt angewendet, stets zur Entwicklung erheblicher Mengen von schwefeliger Säure, also zur Zerstörung eines Theils der Substanz, Veranlassung giebt, während sie verdünnt, — wenigstens bei gewöhnlichem Drucke, — die Spaltung kaum besser als die Salzsäure bewerkstelligt.

Angesichts dieser Schwierigkeiten habe ich in der letzten Zeit das Verhalten der aromatischen Sulfoharnstoffe gegen eine concentrirte Phosphorsäurelösung geprüft, und es hat sich gezeigt, dass diese die Zerlegung des Sulfoharnstoffes mit einer Leichtigkeit und Sicherheit bewirkt, welche nichts zu wünschen übrig lassen, und zwar hat sich dieses Verfahren bis jetzt bei allen aromatischen Monaminen bewährt, welche geprüft worden sind, nämlich beim Anilin, bei dem Ortho- und Paratoluidin, bei den Xylidinen und dem α- und β-Naphtylamin. In allen Fällen wurden über 90 Procent der theoretischen Ausbeute gewonnen, in einzelnen Fällen nahezu die theoretische Ausbeute selbst.

Die zur Darstellung des Senföls zu verwendende Phosphorsäure braucht natürlich nicht rein zu sein; die, welche bei meinen Versuchen gedient hat, war von Hrn. Dr. BANNOW als Nebenproduct erhalten worden; sie hatte ein Vol.-Gew. von 1.7 und zeigte bei der Analyse einen Gehalt von 63 Procent Phosphorsäureanhydrid, was ungefähr

[1] LACHMANN, Inauguraldissertation, Göttingen 1879, 26.
[2] LIEBERMANN u. NATANSON, Ber. chem. Ges. XIII, 1576.

einer Flüssigkeit von der Zusammensetzung $H_3PO_4 . H_2O$ entspricht, welche 61.9 Procent Anhydrid enthält. Man wendet auf 1 Theil Harnstoff etwa 2—3 Theile der flüssigen Phosphorsäure an. Die Mischung wird in einem Ballon mit Rückflusskühler auf einem Drahtnetze erhitzt, bis das Anfangs ziemlich starke Aufschäumen aufhört, was bei Anwendung von 30—40 g nur ungefähr eine halbe Stunde in Anspruch nimmt. Das Senföl braucht alsdann nur noch mit Wasserdampf abgeblasen, und aus dem Rückstande das als Phosphat fixirte Amin durch ein Alkali in Freiheit gesetzt zu werden.

Krystallographische Untersuchungen an sublimirtem Titanit und Amphibol.

Von A. Arzruni.

Hr. Prof. J. Roth erwähnte neuerdings[1] einen aus Sanidin, Hornblende, Augit, Glimmer und Magneteisen bestehenden Auswürfling von der Insel Procida, in dessen Drusenräumen dem sublimirten Sanidin gleichfalls sublimirter Magnetit und Titanit aufsitzt. Letzterer tritt in kaum 1 mm grossen gelbbraunen, vollkommen durchsichtigen Krystallen auf.

Mit diesem Vorkommen bietet ein anderes, von der Insel Ponza, einige Ähnlichkeit: ebenfalls in gelbbraunen, einen Stich in's Grünliche zeigenden Kryställchen, ist von diesem Fundort der Titanit in einem von Abich gesammelten und im hiesigen mineralogischen Museum aufbewahrten Auswürfling von Calzone dei Muti (Collectio Abich Nr. 118) sehr schön zu sehen. Der Auswürfling selbst ist, seiner mineralischen Zusammensetzung nach, demjenigen von Procida fast vollkommen analog, nur scheint der Augit in demselben, wenn überhaupt vorhanden, äusserst sparsam vertreten zu sein.

In beiden Fällen weichen die Krystalle des Titanits in ihrem Habitus von denjenigen, welche in massigen Gesteinen oder krystallinischen Schiefern vorkommen, auffallend ab. Aber auch voneinander unterscheiden sich die Krystalle beider Localitäten merklich. Während in denjenigen des Auswürflings von Procida die Basis[2] vorherrscht und neben derselben noch das primäre verticale Prisma, die vordere primäre Pyramide, die verticale und die primäre hintere Fläche aus der Zone der Symmetrieaxe auftreten, zeigt der Titanit von Ponza

[1] Monatsberichte der Akademie, 1881. S. 1003.

[2] Hier ist die Aufstellung von Des Cloizeaux gewählt worden, von der sich diejenige von Dana bloss darin unterscheidet, dass in der letzteren die Axe c doppelt so lang angenommen wird.

lediglich die primäre vordere Pyramide und die Symmetrieebene. Von Endflächen lässt sich hier Nichts weiter wahrnehmen, sondern bloss eine nicht näher zu bestimmende Rundung. — Die Symbole der Krystallflächen würden also in der Reihenfolge ihrer Grössenausdehnng, und zwar mit den grösseren beginnend, sein:

Titanit von Procida: (001), (110), (100), (111), ($\bar{1}$01)
» » Ponza: (111), (010).

Es liegen, meines Wissens, ausser den Messungen von G. vom Rath am Titanit aus den Auswürflingen vom Laacher See[1] und aus einem solchen des phlegräischen Gebietes[2], keine weiteren goniometrischen Beobachtungen an sublimirten Krystallen dieses Minerals vor. Neuerdings machte auch Struever[3] einige vereinzelte Messungen des Titanits aus den Auswürflingen von Albano und dem Albaner See bekannt, denen er aber selbst keine grosse Genauigkeit zuschreibt. Es dürfte jedoch nicht uninteressant sein nachzuforschen, ob nicht die Verschiedenheit in der Entstehung, mit welcher, aller Wahrscheinlichkeit nach, auch eine Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung verbunden ist, von Einfluss auf die Winkelgrössen des Titanits sich erweisen würde.

Diese Voraussetzung bestätigte sich auch in der That, wie es folgende Tabelle ergiebt, in welcher die neuesten und genauesten Messungen von Jeremejew[4] am Titanit aus den krystallinischen Schiefern der Nasjam'schen Berge und dem Ilmengebirge am Ural meinen Beobachtungen gegenüber gestellt sind. Es ist ferner aus der Tabelle ersichtlich, dass auch G. vom Rath's Messungen an sublimirten Titaniten von denjenigen an den Krystallen aus älteren Gesteinen ermittelten Werthen bedeutend abweichen und den meinigen viel näher kommen.

Vom Rath beobachtete an den Laacher Krystallen, ausser den auch von mir erwähnten Formen, noch:

(11$\bar{1}$), welche auch Struever (l. c.) vom Latium erwähnt. (11$\bar{2}$) und (10$\bar{2}$), ferner Zwillinge nach der Fläche (100), welche stets mit einem und demselben Ende aufgewachsen und somit als Hälfte eines alpinen Durchwachsungszwillings erscheinen[5].

Die Titanit-führenden Auswürflinge des Laacher Sees bestehen ebenfalls wesentlich aus Sanidin, den aber noch Magneteisen, Haüyn,

[1] Pogg. Ann. 115. 466. 1862.
[2] Zeitschr. d. D. geol. Ges. 25. 237. 1873.
[3] Zeitschr. f. Krystallogr. herausgegeben von P. Groth. 1. 250. 1877.
[4] Verh. d. mineralog. Ges. St. Petersburg. (2) 16. 255. 1881; auszugsweise in Zeitschr. für Krystallogr. 5, 499. 1881.
[5] An meinen Exemplaren von Procida und Ponza war keine symmetrische Verwachsung zu beobachten.

Nosean, Sodalith, Hornblende, Augit und Apatit begleiten. Der Titanit ist meistens auf Augit und Magnetit aufgewachsen, manchmal auch vom letzteren überwachsen. — An dem Titanit des Sanidin-Auswürflings aus dem phlegräischen Gebiete beobachtete vom Rath die Flächen (110), (100), (111), (11$\bar{1}$), (010), (201), (001). Hier ist der Titanit von Biotit, Augit, Apatit, Magnetit und Eisenglanz begleitet.

Meine Messungen wurden ausgeführt an einem kaum 1 mm grossen, aber recht glänzenden, durchsichtigen und auch sonst tadellosen Krystall, welchen ich aus einem von Hrn. Prof. Roth gesammelten Auswürfling von Procida herauspräparirte, und an mehreren ebenso kleinen, dem erwähnten Auswürfling von Ponza entnommenen Krystallen. Auf den Titaniten von Procida sind winzige, mit blossem Auge nicht sichtbare Magnetitkryställchen aufgewachsen.

Normalenwinkel

		Arzruni.				G. vom Rath.		Jeremejew.
		Gemessen.	Zahl d. gem. Winkel.	Grenzwerthe.	Berechnet.	Gemessen.[1]	Berechnet.	Berechnet.
Procida	110 . 001	65° 30′ 0″	2	65° 30′	*65° 30′	65° 23′	—	65° 30′ 23″
Procida	110 . 100	33 6	2	33° 5′—33° 7′	*33 6	33° 4′ 30″ (33 12 30)	33° 4′ 30″	33 14 33
Procida	001 . 111	38 23 30	1	—	*38 23 30	38 20	38 19 30	38 15 43
Procida	101 . 001	66 24	1	—	66 20	66 23	66 27	65 55 0
Procida	001 . 100	60 20 30	1	—	60 19 30		60 11	60 17 0
Procida	110 . 111	27 6 30	1	—	27 6 30	27 3 (26 59)	27 3 30	27 14 40
Procida	$\bar{1}$10 . 111	118 50 0	1	—	118 53	—	118 57 30	—
	100 . 10$\bar{1}$	53 15 30	1	—	53 20 30	—	53 22	53 40 0
Ponza	111 . 1$\bar{1}$1	43 39 0	7	43° 34′—43° 48′	43 46	43 42 (43 47)	—	43 48 22
Ponza	111 . 010	68 8 0	2	68° 6′—68° 10′	68 7	—	68 9	68 5 46

Aus den mit einem * bezeichneten Werthen, welche der Rechnung zu Grunde gelegt wurden, ergiebt sich für den Titanit von Procida das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0.75129 : 1 : 0,85661 \text{ und der Winkel } \beta = 60° \, 19' \, 30'',$$

während Jeremejew's Messungen an den Krystallen vom Ural zu:

$$a : b : c = 0,7546949 : 1 : 0,8538292 \text{ und } \beta = 60° \, 17'$$

führen.

Demnach ist die Axe a des sublimirten Titanits um 34 Einheiten in der vierten Decimale kleiner, die Axe c dagegen um 28 Einheiten der-

[1] Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf vom Rath's Messungen an den Krystallen aus dem Auswürfling des phlegräischen Gebietes. — An dem Titanit von Albano erhielt Struever: 110.100 = 33° 9′ 40″ — 33° 15′ 20″; 111.1$\bar{1}$1 = 43° 35′.

selben Decimale grösser als die entsprechenden Längen bei den Krystallen des Urals.

Die grösste aus der obigen Tabelle zwischen Beobachtung und Rechnung sich ergebende Differenz beträgt 5′, und zwar beim Winkel 100 · 10$\bar{1}$, welcher an einer einzigen Kante gemessen werden konnte. Dabei war die Fläche 10$\bar{1}$ äusserst schmal und lieferte, selbst mit dem verkleinernden Fernrohr betrachtet, ein stark dilatirtes Bild, bei welchem leicht ein Einstellungsfehler von 3 — 4′ begangen werden konnte. Nehmen wir einen solchen Fehler an, so wird gleichzeitig auch die andere, zweitgrösste Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung aufgehoben, indem dann auch der für $\bar{1}$00 · 001 gefundene Werth mit dem berechneten fast genau übereinstimmen würde. Wir haben nämlich:

	100·00$\bar{1}$	gemessen: 53° 15′ 30″,	berechnet:	53° 20′ 30″
	10$\bar{1}$·00$\bar{1}$	» 66 24 ,	»	66 20
Also deren Summe, d. h.	100·00$\bar{1}$	» 119 39 30 ,	»	119 40 30

demnach eine recht befriedigende Übereinstimmung auf 1′. Was die Differenz von 7′ bei dem Winkel 111 · 1$\bar{1}$1 betrifft, so kommt sie weniger in Betracht, da hierbei ein beobachteter Winkel der Krystalle von Ponza mit dem sich aus dem Axenverhältniss des Titanit von Procida ergebenden verglichen wird.

Diese wenn auch wenigen, aber untereinander und mit der Rechnung im Einklange stehenden Messungen sind, wie man sieht, geeignet, die oben gemachte Voraussetzung zu bestärken, dass nämlich dem sublimirten Titanit ein etwas anderes Axenverhältniss zukommt, als den in den älteren massigen Gesteinen und krystallinischen Schiefern vorkommenden Krystallen dieses Minerals — zum Vergleich mit dem Titanit aus den jüngeren Eruptivgesteinen fehlt über diesen letzteren bisher in der Litteratur jegliche genauere Angabe.

Nicht in gleichem Maasse, wie es beim Titanit der Fall ist, scheint die sublimirte Hornblende sich von denjenigen ihrer Varietäten zu unterscheiden, welche in krystallinischen Gesteinen vorkommen. Bezüglich ihres Habitus scheinen die Krystalle der verschiedenen Amphibole einen hohen Grad von Constanz zu bekunden, während etwaige Abweichungen in den Winkelwerthen nicht auffallend erscheinen dürfen, da sie innerhalb dieser Mineralgruppe bekanntlich grösseren

Schwankungen unterworfen sind[1]. Tschermak gebührt das Verdienst, gestützt auf Rammelsberg's Analysen, nachgewiesen zu haben, dass diese Erscheinung mit der Verschiedenheit der in die Molekel des Bisilicates eintretenden und sich gegenseitig vertretenden Metallatome in engem Zusammenhange steht und von der herrschenden Rolle abhängt, die in jedem einzelnen Falle dem einen oder anderen Metall zufällt[2]. Behält man die eben erwähnten Thatsachen im Auge und berücksichtigt dabei die an der sublimirten Hornblende gewonnenen Winkelwerthe, so wird man die Erklärung deren Abweichung von anderwärts an diesem Mineral erzielten Messungsresultaten nicht ausschliesslich in der Entstehung durch Sublimation suchen. Man wird sich ferner aus den zahlreichen vorliegenden Analysen überzeugen können, dass abweichende Entstehungsbedingungen *nicht nothwendig* eine auffallende Verschiedenheit in der Zusammensetzung veranlassen und wird in solchen Fällen auch in den morphologischen Verhältnissen keine ausgeprägten Verschiedenheiten anzutreffen erwarten.

Der Habitus der Krystalle der sublimirten schwarzen Hornblende, die sich an der Zusammensetzung des erwähnten Sanidin-Auswürflings von Ponza betheiligen, ist ein normaler, prismatischer. Es treten an diesen Krystallen folgende Formen auf: (110), (010), welche vorherrschen, ferner in derselben Zone, und zwar äusserst schmal und nicht mit voller Flächenzahl: (100) und (310). Die Endigung ist von (001), (012), $(\bar{1}11)$ und $(\bar{1}31)$ gebildet. An einigen der Kanten [110·001] ist auch die Form (111) als Abstumpfung vorhanden, jedoch so schmal, dass sie, auch bei Anwendung des verkleinernden Beobachtungsfernrohrs und der lichtverstärkenden Linse des Websky'schen Goniometers, die Grenze des Messbaren nicht erreicht. Endlich, ebensowenig messbar, zeigten sich die Flächen einer vorderen Querfläche, welche als Abstumpfung der Kante [100·001] auftreten. Sämmtliche Flächen sind durchweg glänzend und äusserst eben, so dass sie fast ausnahmslos die untadelhaftesten und denkbar schärfsten Reflexbilder liefern. Dagegen wurde an parallel sein sollenden Flächen mehrmals eine bis zu 15′ gehende Abweichung beobachtet — ein Umstand, welcher die zum Theil ziemlich beträchtlichen Differenzen zwischen Messung und Rechnung zur Genüge erklärt.

In folgender Tabelle sind die Resultate der Beobachtung zusammengestellt. Die angeführten Winkel sind die der Normalen.

---

[1] Genaue Messungen an verschiedenen Amphibol-Varietäten, sowie Belege für die Veränderlichkeit der Winkel findet man in Kokscharow's »Material z. Mineralogie Russlands«. 8. 109 u. ff. 1881.

[2] Tschermak's Mineralog. Mitth. 1. 37. 1871.

	Gemessen.[1]	Zahl der gem. Winkel.	Grenzwerthe.	Arzruni. Berechnet.	Miller.[2] Berechnet.
110 . 010	62° 14′	8	62° 6′ — 62° 30′	* 62° 14′	62 15
110 . $1\bar{1}0$	55 29	1	—	55 32	55 30
110 . 100	27 47 30	2	27 47 — 27 48	27 46	27 45
100 . 310	10 4	1	—	9 57 15	9 57
110 . 310	17 44	1	—	17 48 45	17 48
110 . 021	64 23 30	2	64 22 30 — 64 28	64 26 15	—
021 . $\bar{1}11$	31 39 30	1	—	31 44	—
$\bar{1}11$. $\bar{1}10$	83 55 15	2	83 50 30 — 83 58	83 49 45	—
011 . $\bar{1}11$	74 16	3	74 1 30 — 74 18 30	74 14 25	74 14
$\bar{1}10$. $\bar{1}\bar{1}1$	31 44	2	31 38 30 — 32 6	31 31 10	31 32
$\bar{1}11$. $\bar{1}31$	24 28 30	2	24 24 — 24 29 30	24 29 35	24 29
010 . $\bar{1}31$	49 40 45	2	49 37 30 — 49 44	49 44 50	49 45
110 . 001	76 29	4	76 24 30 — 76 37	76 35 30	76 48
001 . $\bar{1}11$	34 37 15	2	34 36 — 34 38 30	34 33	34 25
$\bar{1}11$. $\bar{1}10$	68 56 45	2	68 56 — 68 57 30	68 51 30	68 47
001 . 100	74 48 30	2	74 48 30	* 74 48 30	75 2
010 . 021	60 27 30	1	—	60 28	60 26
021 . 001	29 32	1	—	* 29 32	29 34
001 . 010	90 0	2	89 59 30 — 90 0 30	90 0	90 0
110 . $0\bar{2}1$	91 41	1	—	91 30 20	—
021 . $\bar{1}31$	27 26 30	1	—	27 37 50	—
$\bar{1}31$. $\bar{1}10$	60 39	1	—	60 51 50	—

Als Axenverhältniss ergiebt sich aus den mit einem * bezeichneten Werthen:

$$a:b:c = 0{,}54556:1:0{,}29353$$

und als Axenschiefe: $\beta = 74^\circ\, 48'\, 30''$

Messungen an sublimirten Hornblende-Krystallen liegen recht spärlich vor. Einige führte G. vom Rath aus an der braunen Hornblende vom Vesuv, welche sich zur Zeit der Eruption vom Jahre 1822 gebildet hatte, ebenso an der schwarzen (auch röthlichen und bräunlichen), die im Jahre 1872 ebenda, unter analogen Bedingungen

[1] Die in dieser Verticalcolumne aufgeführten Zahlen sind nicht die einfachen arithmetischen Mittel aus sämmtlichen analogen Werthen, den Einzelbeobachtungen ist vielmehr eine ihrer Güte und Zuverlässigkeit entsprechende Censur beigelegt worden und zwar so, dass drei Categorien unterschieden wurden, von denen jede höhere der darauffolgenden niederen gegenüber mit doppelt so grossem Gewicht berücksichtigt wurde.

[2] Aus Brooke & Miller Introduction to Mineralogy 1852. — Die vollständigste Winkeltabelle des Amphibols hat Des Cloizeaux in seinem Manuel de minéralogie gegeben; dieselbe hier zum Vergleich anzuführen schien aus dem Grunde nicht geeignet, weil sie aus Werthen berechnet worden ist, welche entschieden als extreme betrachtet werden müssen. Auch der von Kokscharow (l. c.) gegebenen Tabelle liegt dasselbe Axenverhältniss zu Grunde.

entstand und die von der ersteren chemisch kaum abweicht[1]. Derselbe Verfasser berichtet ausserdem über die in gleicher Weise entstandene Hornblende aus der Gegend von Andernach, wo sie in Stücken zusammengebackener Asche, die eine Fumarolen-Spalte bei Plaidt ausfüllt, entdeckt wurde. — Die an diesen Vorkommnissen beobachteten Flächen waren:

braune Krystalle vom Vesuv: (110), (010), (100), (001), ($\bar{1}$11), ($\bar{1}$31), (021)
schwarze » » » (110), (001), ($\bar{1}$11), (021)
Krystalle von Plaidt: (110), (010), (130), (001), ($\bar{1}$11), ($\bar{1}$31), (150?)

Gemessen wurde:

	braune Varietät	schwarze Varietät
110 · 1$\bar{1}$0	55° 24′ — 55° 36′	55° 44′ — 55° 46′
$\bar{1}$11 · $\bar{1}$10	69° 8′	—
$\bar{1}$11 · 001	34 25	—
$\bar{1}$11 · $\bar{1}\bar{1}$1	31 32	31° 32′
021 · 0$\bar{2}$1	—	59 8

Weitere Messungen sind nicht angeführt, obwohl ausdrücklich erwähnt wird, dass solche zur Ermittelung der an den Plaidter Krystallen auftretenden Formen angestellt wurden.

G. vom Rath verdanken wir die interessante Beobachtung[2], dass neugebildete Hornblende-Krystalle mit solchen von Augit auf älteren Augiten regelmässig aufgewachsen vorkommen, wobei nicht bloss die Verticalaxen beider einander parallel zu stehen kommen, wie es bei der Uralitbildung der Fall ist, sondern dass auch die Endflächen stets in bestimmter Weise orientirt sind, und zwar so, dass die Fläche (001) der Hornbende eine fast genau parallele Lage mit der Kante ss, resp. mit der Fläche P des Augites annimmt. Diese Thatsache veranlasste nun vom Rath für den Augit die Annahme einer anderen, schon von Rammelsberg früher gewählten[3] Grundform vorzuschlagen (s als primäres Klinodoma, 011), wodurch die beiden chemisch identischen Mineralien auch geometrisch einander näher gebracht werden. Es ist dann nämlich das Axenverhältniss und die Axenschiefe

des Augits: $a:b:c = 1.09035:1:0.58930$, $\beta = 74°\ 30'$
der Hornblende » $= 0.5482:1:0.2938$, $\beta = 75\ \ 2$

---

[1] Pogg. Ann. Ergänzungsbd. 6, 229. 1874. — Vgl. auch; do. 128, 420. 1865 und 146, 562. 1872. — Diese beiden Arbeiten werden vom Verfasser selbst überall irrthümlich als »Bd. 125, 420« resp. »Bd. 144, 562« citirt.

[2] Zeitschr. d. D. geol. Ges. 25, 232. 1873. Vgl. ferner N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1876, 390.

[3] Pogg. Ann. 103, 285, 1858.

Demnach würden die Axen a und c der letzteren fast genau halb so gross werden, als die entsprechenden Grössen des Augits.

Die Ähnlichkeit wird noch auffälliger, wenn man die Axe c der Hornblende verdoppelt, besonders aber wenn man diese Änderung bei den oben angeführten, an der sublimirten Hornblende ermittelten Werthen in Anwendung bringt.

Man hätte dann:

Augit: $a:b:c = 1.09035:1:0.58930$, $\beta = 74^\circ 30'$

Hornblende $a:b:c = 0.54556:1:0.58706$, $\beta = 74^\circ 48' 30''$

Das Verhältniss a:b ist es vielleicht deswegen rathsam unverändert zu belassen, weil sich darauf die für beide Mineralien so typische Spaltungsformen als Primärformen beziehen. Die neuen Symbole der Hornblende würden, mit den bisher gebräuchlichen verglichen, folgendermaassen sich gestalten:

	r	o	i	h	k	v	w	t	l	x	z	s	m	n	e	c	a	b
Ältere S.	$\bar{1}11$	$\bar{2}21$	$\bar{1}31$	$\bar{1}51$	111	131	$\bar{1}01$	$\bar{2}01$	101	011	021	041	110	310	130	001	100	010
Neuere S.	$\bar{1}12$	$\bar{1}11$	$\bar{1}32$	$\bar{1}52$	112	132	$\bar{1}02$	$\bar{1}01$	102	012	011	021	110	310	130	001	100	010.

Der angebliche Verrath des Themistokles.

Von Max Duncker.

(Vorgetragen am 2. März [s. oben S. 205].)

In Herodot's Relation des Perserkrieges folgt dem Tage von Salamis eine Sendung des Themistokles an den Xerxes, die in eigenthümlicher Art motivirt ist.

Am frühen Morgen nach der Schlacht rüsten sich die Griechen zu neuem Kampfe, da sie das Landheer der Perser drüben am Strande sehen. Darnach erfahren sie, dass die Flotte der Perser nicht mehr im Phaleron ist. Sie folgen und halten Rath auf Andros. Themistokles verlangt, dass geraden Weges auf den Hellespont gesteuert werde, die Brücken zu brechen. Eurybiades und die Strategen der Peloponnesier widersprechen; Themistokles sieht, dass er die Mehrheit nicht zu gewinnen vermag, ändert seine Meinung und hält nun die Athener, die auch allein nach dem Hellespont wollen, zurück: »um sich ein Guthaben bei dem Perser zu schaffen, damit er, falls ihm von den Athenern Leid widerfahre, eine Zuflucht habe, was denn auch zutraf«. Themistokles täuschte die Athener, sie aber liessen sich überzeugen; »denn da er schon zuvor für einen weisen Mann geachtet wurde und in der That sich klug und kundig guten Raths gezeigt hatte, waren alle bereit, auf sein Wort zu hören. Sobald sie anderer Meinung gemacht waren, schickte er Männer, denen er zutraute, dass sie auch unter den schärfsten Martern verschweigen würden, was er ihnen an den König aufgetragen, auf einem Fahrzeuge ab«; wiederum war Sikinnos, der Sklave, unter ihnen. Als diese nun gegen Attika kamen, blieben sie auf dem Fahrzeuge, Sikinnos aber ging zum Xerxes hinauf und sprach: »mich sendet Themistokles, des Neokles Sohn, der Feldherr der Athener, der tapferste und weiseste aller Bundesgenossen, dir zu sagen, dass Themistokles, der Athener, in der Absicht, dir zu dienen, die Hellenen zurückhält, welche die Flotte verfolgen und die Brücken im

Hellespont brechen wollen; καὶ νῦν κατ' ἡσυχίην πολλὴν κομίζεο.« Nachdem sie dies gemeldet, schifften sie zurück.«

Die Argumentation, die Herodot dem Eurybiades in den Mund legt, ist wunderlich genug. »In der Seeschlacht besiegt, werde Xerxes, wie es scheine, nicht in Europa bleiben.« Das Landheer des Feindes stand in Attika, eben hatte man noch einen erneuten Angriff der persischen Flotte erwartet, woher auf ein Mal diese Wahrscheinlichkeit? »Des Rückzuges beraubt, werde der Mangel die Perser zwingen, alle Städte und Völker Europa's zu unterwerfen, und die Jahresernte von Hellas werde zum Unterhalte ausreichen.« Woher wusste Eurybiades, dass die Fahrt der Griechen nach dem Hellespont den Xerxes des Rückzuges ohne Weiteres berauben werde? Man musste doch darauf rechnen, persische Truppen zum Schutze der Brücken, vor Allem aber die persische Flotte dort zu finden. Weiter sollen Verzweiflung und Mangel die Perser zur Eroberung ganz Europa's treiben müssen, und dann soll, hierzu in Widerspruch, die Jahresernte von Hellas zu deren Unterhalt ausreichen. Wenigstens der letzten Vorstellung widerspricht ein älterer Zeuge, Aeschylos, wenn er den Schatten des Dareios sagen lässt: αὐτὴ γὰρ ἡ γῆ ξύμμαχος κείνοις πέλει κτείνουσα λιμῷ τοὺς ὑπερπόλλους ἄγαν (Persae v. 792. 794). Wenn endlich Eurybiades am Schlusse seiner Rede sagt: »man müsse den Xerxes nicht an der Flucht hindern und danach dort mit ihm um sein eigenes Land kämpfen«, so liegt hierin eine unglaubliche, weder durch die Haltung Sparta's vor, noch durch seine Haltung nach Salamis irgend verständliche Höhe der Aspiration und Kühnheit. Kaum der äussersten Gefahr entronnen, will Eurybiades mit dem Xerxes um Persien kämpfen!

Noch wunderbarer sind die Athener. Sie hatten an keinen Angriff gedacht, vielmehr nur auf Abwehr. Jetzt plötzlich kümmern sie sich weder um Weiber und Kinder auf Salamis und zu Troezen, noch um Attika, sie wollen nach dem Hellespont, auch wenn die anderen nicht wollen, obwohl Xerxes mit so und so viel hunderttausend Mann an der Ueberfahrt nach Salamis d. h. eine Viertelmeile Salamis gegenüber steht. Waren sie doch im nächsten Frühjahr von ganz anderer Zurückhaltung; sie steuerten nicht nach dem Hellespont, sondern warteten vorerst bei Delos auf den Gang und die Ergebnisse des Landkrieges.

Dazu kommt, dass des Themistokles Rede, durch welche er die Athener zurückhält, die Auffassung des Herodot vom Neide der Gottheit, »die nicht dulden wollte, dass Ein Mann Europa und Asien beherrsche, ein unheiliger und frevelnder Mann«, oder, wenn man lieber will, des Aeschylos Vorstellung von der Strafe, welche die Ueberhebung trifft, wiedergiebt. Selbst die Anführung der Geisselung

des Meeres und die Versenkung der Fesseln hat Herodot hier dem Themistokles zur Stigmatisirung des Frevlers Xerxes nicht erlassen. »Nicht wir, sagt er, haben diesen Menschenschwarm zurückgeworfen, sondern die Götter und die Heroen. Wir wollen nun für uns sorgen und unsere Häuser wieder aufbauen, mit dem Frühjahr aber wollen wir nach dem Hellespont und Ionien schiffen.« Doch wie konnte vom Wiederaufbau Athens die Rede sein, so lange Xerxes in Attika stand? Herodot lässt denn auch den Themistokles weislich hinzusetzen: »nachdem wir den Feind gänzlich vertrieben haben werden.« Es zeigte sich, dass dies noch recht erhebliche Schwierigkeiten hatte.

Aeschylos ist im Rechte des Poeten, wenn er die Dinge eng zusammendrängt und den Xerxes nach der Seeschlacht stracks entfliehen lässt; der Historiker muss sich schon die Frage nach dem Zusammenhange und den Motiven gefallen lassen.

Auf den Inhalt der Botschaft des Themistokles an den Xerxes komme ich weiterhin zurück. Das Kriterium, nach welchem die Mannschaft des Fahrzeuges des Boten ausgesucht wird: »Schweigsamkeit unter den schärfsten Martern«, hat offenbar den Criminalprozess der Zukunft zur Voraussetzung.

Alles in Allem: die Erzählung deutet auf eine nach Maassgabe späterhin eingetretener Ereignisse gebildete oder zurechtgemachte Tradition, sowohl bezüglich des Kriegsverlaufs als des Verhaltens des Themistokles. Herodot hat auch hier erzählt, was ihm zu Athen erzählt wurde, und es waren nicht die Freunde, sondern die Feinde des Themistokles, die er über diese Dinge hörte, dessen Gegner, die ihn aus Athen getrieben und weiter verfolgt hatten. Oder wäre es eine günstige Tradition, die den Themistokles unmittelbar vor Salamis einen νεωστὶ ἐς πρώτους παριόντα nennt, nachdem er bereits dreizehn Jahre zuvor erster Archon war (Dionys. Hal. Antiq. 6, 34. Thucydid. 1, 93); die die entscheidende Wendung vor Salamis dem Themistokles nimmt, um sie dem Mnesiphilos beizulegen; die des Themistokles Erpressungen, von denen Thukydides schweigt, auf das Stärkste betont? Es genügt, an Kirchhoff's Einwendungen gegen diese Beschuldigung zu erinnern (Hermes 11, 44). Alle Bedenken, alle Anstösse in Herodot's Erzählung, auf die ich oben hingewiesen, bei Seite — ist es denkbar, dass Themistokles am Tage nach der Schlacht, die durch seinen Rath und seine That gewonnen war, darauf Bedacht nahm, sich eine Zuflucht bei denen zu sichern, denen er eben die schwerste Wunde geschlagen, Vorsorge gegen seine Mitbürger zu treffen, die er sich eben zum tiefsten Danke verpflichtet? Hätte er wirklich an diesem Tage vorausahnen, voraussehen kön dass er zehn Jahre darauf von den Athenern ostrakisirt werden wi

damit sie, wie Platon (Gorg. p. 516) sagt, »zehn Jahre hindurch seine Stimme nicht hörten«; dass er zu dieser Ausschliessung dann durch Verurtheilung wegen Landesverraths (ὡς ἐπὶ προδοσίᾳ φεύγοντος; Thukyd. 1, 138), »hinzubestraft werden«, dass fünfzehn oder sechszehn Jahre nach Salamis die gemeinsame Treibjagd Athens und Sparta's ihn nöthigen werde, bei den Persern Zuflucht zu suchen? Lassen wir selbst diese Unmöglichkeit ein Mal zu, setzen wir, Themistokles habe dies Alles mit wunderbarstem Vorausblick kommen sehen: warum geht er, als die Spartaner anzeigen, er sei Complice des Pausanias, als Alkmaeons Sohn Leobotes die γραφὴ προδοσίας (Plut. Themistokles 23) oder eine hierauf gerichtete εἰσαγγελία (wie Krateros will; fragm. 5 Müller) einbringt — warum geht er, der sich so vorsorglich ein Guthaben bei den Persern gestiftet hat, nicht von Argos auf dem geradesten Wege nach Persien, warum in entgegengesetzter Richtung nach Kerkyra? Warum erst, als er weder hier noch bei den Molossern Schutz findet, nach Persien? Warum hält er sich dann in Ephesos, »trotz seines Guthabens«, so ängstlich verborgen? Wodurch ist er, trotz desselben, in der Lage, Verzeihung und Gnade des grossen Königs zu suchen; — wie wir ihn diese suchen sehen.

Die Relation Herodots über den Medismos des Themistokles in den Tagen von Salamis wäre nur in dem Falle zu stützen, wenn es etwa Zeugnisse für diesen gäbe, die über Herodot's Erkundigungen zu Athen, über die Zeit der Verurtheilung des Themistokles ἐπὶ προδοσίᾳ hinaus lägen. In den Persern des Aeschylos, mithin sieben Jahre nach der Schlacht, findet sich — so wenig Aeschylos hier dem Themistokles günstig ist, während er dem Nachtrage, den Aristeides dem Siege hinzugefügt hat, der Einnahme von Psyttaleia, sehr starkes Relief giebt — nicht die geringste Andeutung von solchen Dingen. Aeschylos lässt, wie bemerkt, den Xerxes sofort fliehen und aufbrechen: ναυτικὸς στρατὸς κακωθεὶς πεζὸν ὤλεσε στρατόν (v. 728—734). Wir besitzen nur eine über Herodot hinaufreichende Erwähnung des Medismos des Themistokles. Es sind die Verse des Timokreon, in denen er sich freut, nicht mehr allein wegen Medismos landesflüchtig zu sein: οὐκ ἄρα Τιμοκρέων μοῦνος | Μήδοισιν ὁρκιατομεῖ, | ἀλλ᾽ ἐντὶ κἄλλοι δὴ πονηροί. | οὐκ ἐγὼ μόνα κόλουρις· | ἐντὶ καὶ ἄλλαι ἀλώπεκες.

Auch wenn Plutarch nicht ausdrücklich diese Verse mit der Bemerkung einleitete, dass Timokreon dieselben nach der Verbannung und Verurtheilung des Themistokles gedichtet — es folgt dies mit absoluter Evidenz aus den Versen selbst. Timokreon beginnt mit der Anrufung an die Muse, diesem Liede, wie recht und billig, Ruf in Hellas zu geben. Triumphirend ruft er dann aus: »Nun ist nicht mehr

allein mir der Schwanz gestutzt; es giebt noch andere Schurken, andere Füchse mit gestutztem Schwanz!«

Der angebliche Medismos des Themistokles zur Zeit von Salamis erhält mithin durch diese Verse keine Stütze. Um so wahrscheinlicher, dass diese Tradition erst nach der Anklage und Verurtheilung des Themistokles, erst durch und aus dieser Anklage, der doch Schein gegeben werden musste, wenn man ihr keine Substanz geben konnte, entstanden, dass diese Tradition, wenn nicht der Anklage, doch der Flucht des Themistokles nach Persien, doch der Stellung, die Themistokles hier zu gewinnen verstanden hat, ihre Bildung verdankt.

Ist dieser Indicienbeweis richtig, so wäre anzunehmen, dass eine zweite Sendung des Themistokles, eine Sendung nach der Schlacht von Salamis an den Xerxes, überhaupt nicht stattgefunden hat.

Wecklein (Tradition d. Perserkriege S. B. M. A. 1878 S. 295) und Bauer (Themistokles S. 45) leugnen diese Sendung auf Grund eines positiven Beweises, der unwiderleglich scheint, auf Grund einer Urkunde bei Thukydides, gegen deren Beweiskraft Einwände kaum zulässig wären. Aber die Urkunde, um welche es sich handelt, ist nicht im vollen Wortlaut gegeben, — die Stelle, auf die es für unsere Frage ankommt, ist referirend gekürzt.

Es handelt sich um das Schreiben, welches Themistokles, nachdem er Ephesos glücklich erreicht, durch einen der sich dort unten aufhaltenden hinaufreisenden Perser an den vor Kurzem zur Regierung gelangten Artaxerxes (465 oder 464) gerichtet hat, insbesondere um den Passus desselben: *καί μοι εὐεργεσία ὀφείλεται (γράψας τὴν ἐκ Σαλαμῖνος προάγγελσιν τῆς ἀναχωρήσεως καὶ τὴν τῶν γεφυρῶν, ἣν ψευδῶς προσεποιήσατο, τότε δι᾽ αὐτὸν οὐ διάλυσιν).*

Wecklein und Bauer nehmen an, dass hier von zwei Vorgängen die Rede sei. Die *ἐκ Σαλαμῖνος προάγγελσις τῆς ἀναχωρήσεως* sei die am Abend vor der Schlacht bei Salamis geschehene Meldung, der andere Vorgang sei die *τῶν γεφυρῶν τότε δι᾽ αὐτὸν οὐ διάλυσις*; diese habe nach des Thukydides Beisatz Themistokles hinzugelogen — *ἣν ψευδῶς προσεποιήσατο* — demnach sei die zweite Sendung aus der Reihe der Thatsachen zu streichen.

Nepos und Plutarch haben die Stelle des Thukydides anders verstanden. Jener wiederholt das Schreiben unter ausdrücklicher Beziehung auf Thukydides und giebt dessen Text freilich in nicht ganz fehlerfreier Uebersetzung: Themistocles veni ad te, qui plurima mala omnium Graecorum in domum tuam intuli, quum mihi necesse fuit, adversus patrem tuum bellare patriamque meam defendere. Id multo plura bona feci, postquam in tuto ipse, et ille in periculo

negat. Nam cum in Asiam reverti vellet, proelio apud Salamina facto, litteras eum misisse, id agi, ut pons, quem in Hellesponto fecerat, dissolveretur atque ab hostibus circumiretur: quo nuntio ille periculo est liberatus (Themist. 9). Plutarch wiederholt das Schreiben bei Thukydides in der Form eines Gespräches zwischen Artaxerxes und Themistokles: Ἥκω σοι, βασιλεῦ, Θεμιστοκλῆς ὁ Ἀθηναῖος, ἐγὼ φυγὰς ὑπὸ Ἑλλήνων διωχθείς, ᾧ πολλὰ μὲν ὀφείλουσι Πέρσαι κακά, πλείω δὲ ἀγαθὰ — κωλύσαντι τὴν δίωξιν, ὅτε τῆς Ἑλλάδος ἐν ἀσφαλεῖ γενομένης, παρέσχε τὰ οἴκοι σωζόμενα χαρίσασθαί τι καὶ ὑμῖν (Themist. 28).

Nach des Nepos Auffassung der Stelle des Thukydides rühmt sich Themistokles also dem Artaxerxes gegenüber, dass er und zwar brieflich, wie Nepos missverständlich übersetzt hat, dem Xerxes nach der Schlacht von Salamis Nachricht gegeben habe, es sei im Werke, die Brücken zu brechen und ihn zu umgehen; nach Plutarch's Auffassung derselben Stelle rühmt sich Themistokles, dass er die Verfolgung gehindert habe.

Zunächst ist doch zweifelhaft, ob der betreffende Passus des Thukydides die Auffassung zulässt, die Wecklein und Bauer ihm geben. Ist das καὶ, welches die προάγγελσιν und die οὐ διάλυσιν verbindet, aneinanderreihend, oder explicirt der mit καὶ beginnende Zusatz die οὐ διάλυσιν die vorangehende προάγγελσιν? Weiter decken sich die Worte des Thukydides: προάγγελσιν τῆς ἀναχωρήσεως, unter denen Wecklein und Bauer die Sendung vor der Schlacht von Salamis verstehen, nicht gut mit der fast gleichzeitigen und der nächst folgenden Angabe über diese Sendung. Weder Aeschylos noch Herodot lassen den Themistokles am Abend vor Salamis dem Xerxes eine ἀναχώρησιν, sondern die bevorstehende Zerstreuung, das nächtliche Ausreissen der hellenischen Flotte melden.

Bei Aeschylos berichtet der Bote der Atossa (v. 355 — 360): Ἀνὴρ γὰρ Ἕλλην ἐξ Ἀθηναίων στρατοῦ ἐλθὼν ἔλεξε παιδὶ σῷ Ξέρξῃ τάδε, ὡς εἰ μελαίνης νυκτὸς ἵξεται κνέφας, Ἕλληνες οὐ μενοῖεν, ἀλλὰ σέλμασι ναῶν ἐπενθορόντες ἄλλος ἄλλοσε δρασμῷ κρυφαίῳ βίοτον ἐκσωσοίατο, und ebenso weiterhin gegensätzlich v. 385: κοὐ μάλ' Ἑλλήνων στρατὸς κρυφαῖον ἔκπλουν οὐδαμῇ καθίστατο. Ebenso sagt des Themistokles Bote bei Herodot dem Xerxes: ὅτι οἱ Ἕλληνες δρησμὸν βουλεύονται καταρρωδηκότες, καὶ νῦν παρέχει κάλλιστον ὑμέας ἔργων ἁπάντων ἐξεργάσασθαι, ἢν μὴ περιίδητε διαδράντας αὐτούς. Herodot fügt weiter hinzu: οὔτε γὰρ ἀλλήλοισι ὁμοφρονέειν, οὔτε ἔτι ἀντιστήσεσθαι ὑμῖν, πρὸς ἑωυτούς τε σφέας ὄψεσθαι ναυμαχέοντας τοὺς τὰ ὑμέτερα φρονέοντας καὶ τοὺς μή (8, 75); was denn noch weniger einer ἀναχωρήσει, d. h. einem geordneten Rückzuge, dessen Ziel doch auch angegeben sein müsste, gleich sieht.

Abgesehen von diesen Bedenken über die Identität von ἀναχώρησις und δρασμὸς κρυφαῖος — wie konnte Themistokles sich in *dem* Momente, in dem es sich, da er den Boden Persiens betrat, um Tod und Leben handelte, einer Botschaft rühmen, die den schwersten Schlag, den Persien erfahren, herbeigeführt hatte? Es wäre das Verkehrteste, das ihm Verderblichste gewesen, was er irgend zu seiner Empfehlung beim Artaxerxes hätte ersinnen können. Er riss damit eine sicher nicht verharschte, sehr tiefe Wunde auf. Wir haben Grund, anders von des Themistokles Klugheit und Umsicht zu denken. Nicht um des Themistokles Mangel an Verstand und Scharfsinn zu zeigen, — gerade der entgegengesetzten Absicht des Thukydides, einen Beweis für das unvergleichliche Geschick zu geben, durch welches Themistokles Rettung und Stellung bei dèn Persern gewonnen, verdanken wir des Schreibens, um das es sich handelt, wörtliche Anführung bei Thukydides.

Die Erwähnung der Meldung *vor* Salamis in dem Schreiben des Themistokles wäre nur etwa unter folgender Voraussetzung begreiflich. Im Eingange desselben sagt Themistokles offen und nachdrücklich: ich bin der Mann, der Euch den grössten Schaden gethan hat — aber er fügt sogleich hinzu: *so lange ich in der Nothwendigkeit war, den Anzug Deines Vaters abzuwehren.* Dieser grösste Schaden wird dann weiterhin durch die Worte aufgewogen: danach aber habe ich Euch grösseren Dienst geleistet, als ich in *Sicherheit*, jenem aber wiederum der Rückzug in Gefahr war. Man könnte nun interpretiren, dass in der Klammer beides specialisirt, beides belegt sei, sowohl jene Schädigung, als dieser grosse Dienst, dass die προάγγελσις ἐκ Σαλαμῖνος die Schädigung erläutere, die durch Themistokles verhinderte Zerstörung der Brücken der grosse Dienst sei, den er hiermit belege.

So könnte man interpretiren. Aber Thukydides setzt bei dem zweiten Satztheil γράψας — τὴν τῶν γεφυρῶν τότε δι' αὐτὸν οὐ διάλυσιν wiederum in Klammer hinzu ἣν ψευδῶς προσεποιήσατο. Hiernach hätte also die Aufwiegung des Schadens, die Nachweisung des Dienstes in einem falschen Vorgeben, in einem Verhalten bestanden, das nicht stattgehabt.

Hatte Themistokles wohl zu der Annahme Grund, dass er die grausame Wahrheit des Schlages von Salamis, den er herbeigeführt, durch eine aus der Luft gegriffene Lüge bei dem Perserkönig werde wett machen können; hatte er Grund zu der Annahme, dass ihm Artaxerxes auf's Wort glauben werde? Musste er sich nicht sagen: es wird unbedingt nachgefragt, was an deiner Behauptung ist, wenn man es nicht in der Erinnerung hat — wirst Du auf einfacher Lüge

ertappt, bist du doppelt verloren. Er konnte, er musste seine Thaten coloriren, er konnte hinzusetzen, aber er konnte nicht einfach Hergänge erfinden, die ohne thatsächliche Grundlage waren.

Endlich hat Thukydides selbst trotz seiner Gedrängtheit uns keinen Zweifel gelassen, wie die Klammer zu verstehen ist. Nach dem Eingange des Schreibens: »Ich habe Euch, so lange ich musste, den grössten Schaden gethan, aber sobald ich konnte, einen noch grösseren Dienst«, führt Themistokles fort »καί μοι εὐεργεσία ὀφείλεται«, und nun schiebt Thukydides abkürzend ein, worin nach des Themistokles Schreiben der Dienst bestanden habe, wofür ihm dieser Dank geschuldet werde: es ist die Vormeldung bezüglich des Rückzugs und die Nichtzerstörung der Brücken. Zu dieser zweiten Behauptung bemerkt Thukydides von sich aus: diese fügte er fälschlich hinzu, d. h. diese legte er sich fälschlich bei.

Themistokles hat nach alledem dem Artaxerxes geschrieben: Ich bin es, der Euch, als ich Nothwehr zu üben hatte, bei Salamis in's Verderben brachte — ich habe Euch aber auch aus der Noth geholfen durch Vormeldung, d. h. rechtzeitige Benachrichtigung, bezüglich des Rückzuges und durch Nichtzerstörung der Brücken. Das letztere war falsch.

Thukydides spricht hier nur von einer Sendung, und zwar von einer Sendung nach der Schlacht von Salamis, und charakterisirt diese kurz als eine Vormeldung des Rückzuges, eine Gedrängtheit des Ausdruckes, den wir als Vormeldung bezüglich des Rückzuges (genitivus causae) zu verstehen haben. Aehnlich braucht Thukydides (1, 108) ἀπόβασις τῆς γῆς für ἀπόβασις ἐπὶ τῆς γῆς, und (2, 79) ἡ τῶν Πλαταιῶν ἐπιστρατεία für πρὸς τοὺς Πλαταιέας ἐπιστρατεία. Nach den Worten des Thukydides ist diese Sendung nicht von Andros, sondern von Salamis aus geschehen.

Demnach hat eine erste Sendung unmittelbar vor der Schlacht bei Salamis und eine zweite nach der Schlacht stattgefunden, demnach steht die Thatsache zweier Sendungen fest. Zum Verständniss dieser zweiten Sendung muss man sich die Lage am Abend der Schlacht von Salamis vergegenwärtigen. Eine gewaltige Schlacht war geschlagen worden, über 200000 Mann hatten vom frühen Morgen bis zum späten Abend noch im Scheine des Mondes gegen einander gerungen. Wider Verhoffen war den Hellenen der Sieg zu Theil geworden. Den Hellenen sollen vierzig, den Persern über zweihundert Trieren gesunken sein, ungerechnet die, welche die Hellenen mit der Mannschaft genommen. So die Angaben des Ephoros (bei Diodor 11, 19), die nicht unwahrscheinlich klingen. In der grössten Seeschlacht, die Hellenen gegen Hellenen geschlagen, bei den Arginusen,

verloren die Athener nach Xenophons Angabe (Hellen. 1, 6) von einhundertfünfzig Trieren fünfundzwanzig, die Peloponnesier von einhundertzwanzig Schiffen mehr als neunundsechzig, d. h. die grössere Hälfte der Flotte. Die Perserflotte war bei Salamis überwältigt, keinesweges vernichtet. Sie war nicht weit, nicht weiter als in die Bucht von Phaleron zurückgegangen. Die Hellenen erwarteten einen neuen Angriff derselben: ὡς δὲ (sagt Herodot) ἡ ναυμαχίη διελέλυτο, κατειρύσαντες ἐς τὴν Σαλαμῖνα οἱ Ἕλληνες τῶν ναυηγίων ὅσα ταύτῃ ἐτύγχανε ἔτι ἐόντα, ἑτοῖμοι ἦσαν ἐς ἄλλην ναυμαχίην, ἐλπίζοντες τῇσι περιεούσῃσι νηυσὶ ἔτι χρήσεσθαι βασιλέα. Und weiter (8, 108): ὡς δὲ ἡμέρη ἐγίνετο, ὁρέοντες οἱ Ἕλληνες κατὰ χώρην μένοντα τὸν στρατὸν τὸν πεζόν, ἤλπιζον καὶ τὰς νέας εἶναι περὶ Φάληρον ἐδόκεόν τε ναυμαχήσειν σφέας, παραρτέοντό τε ὡς ἀλεξησόμενοι. Die Griechen waren mithin durch ihren unverhofften Erfolg noch keineswegs hochgemuthet. Sie denken nicht daran, nunmehr die Offensive zu ergreifen, ihrerseits die Perserflotte aufzusuchen; sie wollen sich defensiv verhalten, sie rüsten sich zur Abwehr. Das war sicherlich der Lage gemäss: nach der Schlacht verfügten sie schwerlich über mehr als dreihundert seetüchtige Trieren, während die Perser doch wohl noch gegen vierhundert solcher zählen mochten.

Bei Herodot geschehen nun in der Nacht und am Tage nach der Schlacht bis zur nächsten Nacht eine Menge wunderbarer Dinge. Xerxes beschliesst, einen Damm nach Salamis hinüberzuführen, phönikische Lastschiffe werden zusammengebracht und zusammengebunden, aus denen eine Brücke nach Salamis hinüber gebaut werden soll, zugleich werden Anstalten zur Erneuerung der Seeschlacht getroffen. Aber Mardonios durchschaut, dass dies Alles Maske ist, dass der König fliehen will (wozu doch keinerlei Grund vorhanden war), er fühlt seine ganze Verantwortlichkeit, den Krieg angestiftet zu haben (den er sicher nicht angestiftet hat); er hält dem Könige ausführlichen Vortrag: sich persönlich zu salvieren, ihn aber mit 300000 Mann zurückzulassen (8, 101). Darauf pflegt Xerxes Rath zuerst mit den Persern, danach noch mit der Artemisia, und als diese ihm sagt, er möge dem Rathe des Mardonios folgen, übergiebt er ihr seine Söhne, sie zu Schiff nach Ephesos zu bringen, und lässt die Flotte in der Nacht absegeln, nachdem die Seesoldaten auf derselben gewechselt, statt der Aegypter, Kyprier, Kiliker u. s. w., die an's Land gehen, Perser und Meder an Bord gebracht (Herod. 8, 130. 9, 32), und die gefangenen Athener ebenfalls auf der Flotte eingeschifft sind (Herod. 9, 99).

Man wird gestehen, dass alles dies für einen Tag etwas viel ist. Abgesehen von Anderem, die Flotte wieder seefähig zu machen, die Verwundeten an's Land zu bringen, die Besatzungen zu vervoll-

ständigen, die Beschädigungen an Rumpf, Takelwerk und Rudern zu bessern, zu ergänzen, erforderte mehr als einen Tag, wollte man nicht sämmtliche schwerer beschädigte Schiffe zurück- oder unterwegs sinken lassen. Wäre das Erstere geschehen, so hätten wir darüber Meldung von den Griechen. Zudem war nichts natürlicher, als dass man, nachdem die Flotte für sich gescheitert war, zunächst an Erneuerung des Kampfes unter wirksamer Unterstützung des Landheeres dachte, entweder in der Weise, dass das Landheer unter Deckung der Flotte nach Salamis überginge oder dadurch, dass ein energischer Angriff des Landheeres auf den Isthmos unternommen wurde.

Woher weiss Herodot, dass die Anstalten zum Uebergang nach Salamis (auch Ktesias und Plutarch berichten von solchen), die Rüstung zu neuer Seeschlacht, die die Griechen nach seiner eigenen Aussage erwarteten, nichts als Maske waren? Und wenn Xerxes in der Nacht nach Salamis nichts im Sinne hatte, als den Rückzug mit Landheer und Flotte, warum behält er seine Söhne, die gefangenen Athener nicht bei sich, warum werden diese eingeschifft, warum werden die Seesoldaten auf der Flotte gewechselt, warum bleibt das Landheer, wie Herodot selbst uns sagt, noch »einige Tage« nach dem Schlachttage von Salamis in Attika stehen?

Die geheimen Absichten des Xerxes, jene Berathungen mit Mardonios, mit den Persern, die ganze Weisheit der Artemisia — das Buch von der Bosheit Herodots bemerkt mit Recht: nichts als das Versmass fehlt ihr zur Sibylle — hat Herodot aus keiner anderen Quelle geschöpft als der, aus welcher alle Heldenthat, die ganze übernommene Rolle der Artemisia stammt — aus den Erzählungen der Lygdamiden seiner Vaterstadt. Immerhin sind wir ihrer Ruhmredigkeit für die Angabe verpflichtet, dass die Söhne des Xerxes auf der Flotte heimkehren sollten, woraus folgt, dass Xerxes die Flotte allein zurückgehen zu lassen beabsichtigt hat. Und auch dies wird nicht der erste Entschluss gewesen sein — der erste Entschluss wird in vollem Ernst, wie wir auch bei Plutarch lesen (Them. 16), auf die Erneuerung der Schlacht, auf den Uebergang nach Salamis gerichtet gewesen sein.

Die Bedenken, die davon abhalten konnten, liegen auf der Hand. Man durfte nicht wohl hoffen, mit einer geschlagenen und stark verminderten Flotte, mit mehr oder weniger entmuthigten Mannschaften, die nicht für sich, sondern für das Perserreich zu fechten hatten, zu erreichen, was in frischerem Muthe misslungen war. Für die Fortführung des Krieges war maassgebend, ob es möglich war, die Verpflegung des Heeres zu sichern. Dies war nur dann der Fall, wenn die

Flotte die Zufuhr zur See deckte. Durfte man in dieser Lage den Ueberrest der Flotte, der doch sicher ausreichend war, die Verbindungen zu sichern, durch eine neue Seeschlacht sehr ungewissen Ausganges auf's Spiel setzen? Das Artemision und Salamis waren für die Streitfähigkeit der hellenischen Flotte, für die Nachdrücklichkeit ihres Kämpfens nur zu eindringliche Beweise. War für den Ausgang des Feldzuges die Erhaltung der Flotte entscheidend, so musste man ihre beschädigte Streitkraft stärken, indem man ihr zuverlässige Mannschaften als Seesoldaten gab, nicht aber sie daransetzen, sondern unter Deckung der Verbindungen durch die Flotte den Kampf mit dem Landheer fortsetzen. Handelte es sich doch nur noch um das letzte Drittheil des hellenischen Bodens, war doch die volle Kraft des Landheeres noch nicht eingesetzt. Ein energischer Angriff auf die Mauer am Isthmos brachte ohnehin wohl die hellenische Flotte nach dem Peloponnes zurück, um die Vertheidigung der Mauer des Isthmos durch ihre Mannschaften zu unterstützen.

Wie man die Dinge im Lager der Perser ansehen mochte es sind drei Thatsachen, die Herodet überliefert: die Einschiffung der Söhne des Xerxes und der Gefangenen auf der Flotte, der Aufbruch der Flotte vor dem Landheer, der Antritt des Rückzuges des Landheeres einige Tage nach der Seeschlacht. Aus denselben folgt, dass Xerxes, als er die Flotte absegeln liess, bleiben, den Krieg mit dem Landheer fortsetzen wollte, während die Flotte die Zufuhren deckte und brachte.

Das war die Lage bei den Persern in den nächsten Tagen nach Salamis. Den Hellenen, die bis dahin in Erwartung eines neuen Angriffs der Perserflotte waren, gab deren Abfahrt die Gewissheit, dass die Perser eine neue Seeschlacht nicht suchten. Aber das Landheer war in seinen Stellungen, der Angriff auf die Isthmosmauer stand bevor, der jedenfalls die Peloponnesier nach Hause rief, d. h. die hellenische Flotte auflöste. War es möglich, die Flotte bei einander zu halten, den Angriff auf den Isthmos abzuwenden, den Xerxes zum Rückzug zu bringen?

Der Mann, der weither vorausgesehen hatte, dass der Kampf mit Persien der Kampf um die Herrschaft auf dem aegaeischen Meere sei, der seine Heimath Jahre hindurch auf diesen Kampf vorbereitet, der diese Rüstung gegen eine starke Opposition durchgesetzt, der die Hellenen gezwungen hatte, bei Salamis zu schlagen — sein Blick wird auch allein erkannt haben, wo die Entscheidung des Krieges lag. Die Abfahrt der feindlichen Flotte bewies ihm, dass dieser nunmehr die Aufgabe der Deckung der Verbindungen des Heeres gestellt sei. Der Angelpunkt der Verbindungen des Königs, die Basis seiner

Dareios auf dem Zuge über die Donau durch den Aufstand der Griechenstädte in seinem Rücken, an den Meerengen, gekommen, und jetzt gab es eine starke hellenische Streitmacht, die Erhebung dieser Städte zu provociren und zu stützen. Welche Fluth von Unheil konnte nicht am Hellespont hereinbrechen, wenn nicht und bevor nicht starke persische Kräfte dort waren! Man musste den Angriff auf den Isthmos aufgeben. Er konnte viel Zeit in Anspruch nehmen, — die That von Thermopylae trug den Hellenen Frucht. Musste die Flotte an den Hellespont zurück — das Heer konnte ohne Zufuhr den Winter über in Hellas nicht bleiben, es war nur zu ernähren, wenn dem Xerxes das Meer gehörte. Jedenfalls musste dem Heere wenigstens die Landverbindung frei gehalten werden, der Hellespont musste gedeckt, die Ionier mussten durch eine Armee in Zaum gehalten werden, der König durfte nicht für abgeschnitten gelten.

Es können nur Erwägungen der angedeuteten Art gewesen sein, die den Rückzug des Xerxes mit der grösseren Hälfte des Heeres, um den Hellespont, Ionien und das Reich zu wahren, die verhältnissmässige Schnelligkeit des Marsches an den Hellespont herbeigeführt, — die 110 Meilen von Athen nach dem Hellespont legten die Truppen, mit denen Xerxes zurückging, in 45 Tagen, d. h. täglich zwei und eine halbe Meile zurück, — die den veränderten Feldzugsplan diktirt haben, der nun dahin zielte, den Krieg in Europa nur mit so viel Truppen weiter zu führen, als Hellas ernähren könne, die andere Hälfte der Armee und die Flotte zur Deckung der Küstenstrasse und Küstenplätze, zur Deckung des Hellespont, zur Zügelung der Ionier zu verwenden.

Ktesias und Ephoros (bei Diodor) sind demnach im Rechte, wenn sie von zwei Kriegslisten des Themistokles, die sich wirksam erwiesen hätten, sprechen.

So gewiss die zweite Botschaft des Themistokles stattgefunden hat, so entscheidend dieselbe war, so gewiss sie den Angriff auf den Isthmos abgewendet hat, ebenso falsch ist ihre Tendenz bei Herodot angegeben und nicht minder fälschlich legt dessen Version die Zurückhaltung der Athener, die angeblich allein nach dem Hellespont wollen, dem Themistokles bei. Oben ist schon bemerkt: es sei schwer glaublich, dass die Athener, so lange das Landheer der Perser Salamis gegenüber stand, nach dem Hellespont zu segeln, ihre Weiber und Kinder auf Salamis und zu Trözen ohne Schutz zurückzulassen verlangt hätten. Sie konnten auch schwerlich meinen mit den 150 seetüchtigen Schiffen, die ihnen höchstens noch zur Verfügung standen, dort gegen die Perserflotte viel ausrichten zu können. Des Thukydides Zeugniss entscheidet diesen Punkt definitiv, er sagt höchst positiv:

ihn nach Ephesos führen sollten, die Alternative zu stellen wusste, ihn zu retten oder sämmtlich mit ihm in's Verderben zu gehen — so fasste er, nachdem die Strategen den kühnen Zug, die kühne That abgelehnt, den Gedanken, den Versuch zu machen, den König durch die Vorspiegelung der That, die ihm seine Landsleute versagten, zum Rückzuge zu schrecken. Selbstverständlich musste diese Vorspiegelung klug eingerichtet werden. Auf die geheime Meldung des Themistokles vor der Schlacht von Salamis war genau das Gegentheil dessen eingetreten, was Themistokles dem Könige hatte sagen lassen. Kam ihm eine zweite Meldung desselben Mannes, so musste Xerxes überzeugt sein, dass dieser Athener ihn zum zweiten Male täuschen, betrügen, in's Unheil bringen wolle. Somit war anzunehmen, dass er der Botschaft nicht Glauben schenken, vielmehr das Entgegengesetzte der Mittheilung für wahr halten werde. Themistokles liess ihn demgemäss wissen: die Absicht der Griechen sei, nach dem Hellespont zu segeln, die Brücken zu brechen, der Stratege der Athener halte die Griechen zurück, der König könne seinen Rückzug in Ruhe nehmen.

Wie die zweite Meldung anders gewendet sein musste als die erste, konnte Themistokles sie auch nicht wieder durch den Sikinnos überschicken. Den, der sie einmal grausam getäuscht, hätten die Perser bei diesem zweiten Versuch, bei Wiederholung so frecher Hinterlist nicht wieder ziehen lassen, und wir wissen doch durch Herodot selbst, der sich dankenswerther Weise um des Sikinnos weiteres Geschick bekümmert hat, dass dieser nachmals Bürger von Thespiae geworden ist. Die Herodot entgegenstehende Tradition, dass Themistokles einen Gefangenen, der Zutritt zum Könige hatte, den Eunuchen Arnakes, freilässt und ihn mit dieser höchst vertraulichen Meldung seinen Landsleuten zurückgiebt, ist hier unzweifelhaft in vollem Rechte (Plut. Themistokl. 16; Aristid. 9. Polyaen. 1, 30, 4).

Die Botschaft wirkte, was sie sollte. Im Rathe des Xerxes war sicherlich kein Zweifel, dass der Athener es auf neue Hinterlist abgesehen; die Absicht sei offenbar, den König zu beruhigen, ihn in falsche Sicherheit zu wiegen, um der hellenischen Flotte den Vorsprung der Fahrt an die Meerenge zu gewinnen, durch ihr Erscheinen dort ihren Landsleuten den Untergang der Flotte, des Heeres, des Königs zu verkünden. So hoch stand den Griechen der Sinn, so hoch war ihre Kühnheit gewachsen, dass sie unbekümmert um die gewaltige Landmacht des Xerxes, unbekümmert um den bevorstehenden Angriff auf den Isthmos, unbekümmert um die Perserflotte, sich auf den He[illegible] spont werfen wollten — und des Atheners List sollte Vorsprung sc[illegible]

Solche Kühnheit sollte und musste imponiren und imponir[illegible] schwache Seite des Perserreichs war getroffen. In welche Gefa[illegible]

schlechthin undenkbar. Die Wendung des Schreibens: πάρειμι διωκόμενος ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων διὰ τὴν σὴν φιλίαν, wird Niemand für solche Erwähnung nehmen wollen, — sie enthält nichts als die Anzeige der Anklage, die ihn nach Persien treibt, deren Inhalt anzugeben dem Themistokles seine Lage gebot. Von dem Verdienste der Verschwörung mit Pausanias für Persien, das doch im Mittelpunkte stehen müsste, kein Wort; nur von geringeren Dingen, von Dingen, die fünfzehn Jahre zurückliegen, ist die Rede. Daraus folgt mit absoluter Evidenz, dass die Anklage oder Anzeige des Leobotes auf Landesverrath, dass die unterstützenden Beschuldigungen der Lakedaemonier erfunden sind.

Anders könnte es um Mitwissenschaft des Themistokles, um etwaige Förderung der Pläne des Pausanias stehen, sich an die Spitze der Heloten zu stellen. Aber auch hierfür giebt uns Thukydides keinerlei Beweis, keinen Anhalt, keinerlei Andeutung. Wohl mochte dem Pausanias nahe genug liegen, mit dem ostrakisirten Themistokles in Beziehung zu treten. Wir müssen uns daran halten, dass nicht nur Rachsucht wegen der Befestigung Athens und anderer Dinge, dass sehr ernste Besorgnisse die Spartaner zur Anklage gegen Themistokles auf Landesverrath mit Persien getrieben haben. Er konnte Argos aus eigener Initiative gegen Sparta in Bewegung bringen, er konnte die Opposition, in welche Argos und Tegea (Strabon S. 377), in welche die arkadischen Kantone gegen Sparta getreten waren, die den Bestand der Hegemonie Sparta's in Frage stellte, antreiben und organisiren. Er hätte damit nicht schlecht für Athen gesorgt. Die Lage im Peloponnes war gespannt, die Aussichten für Sparta letal. Es kam dann auch trotz des Pausanias Sturz und des Themistokles Verjagung zum Kampf mit ganz Arkadien, zur Schlacht bei Dipaea (Herod. 9, 35. Isocr. Archid. 99. Pausan. 3, 11, 7. 8, 45, 2.), zu jenem Aufstande der Heloten, der Sparta zehn Jahre lang beschäftigte.

Liegt das dringendste Interesse Sparta's, den Fall des Pausanias zu benutzen, um sich des Themistokles zu entledigen, dessen Thätigkeit zu Argos und von Argos aus sie Grund hatten, nicht minder zu fürchten als des Pausanias Pläne selbst, klar zu Tage — die Aufnahme der Anklage durch den Alkmaeon und Kimon (Plut. Them. 20. 23. Aristid. 25. Cimon 10. Praec. ger. reip. 10) fällt der Blindheit der Parteiwuth zur Last. Eben deshalb ist sie unbedingt zu verurtheilen. Nicht lange hatte Kimon auf Sparta's Dank zu warten.

Ausgegeben am 6. April.

Themistokles hat sich mit Unrecht die Nichtzerstörung der Brücken beigelegt. Mithin war er es nicht, der die Athener abgehalten hat, nach dem Hellespont zu segeln.

Die gesammte Version Herodots sammt dem »Guthaben«, das Themistokles sich so vorsichtig stiftet, ist aus der Nachrede der Gegner, aus der Umfärbung, aus der Auslegung hervorgegangen, die Themistokles auf persischem Boden seiner zweiten Sendung gegeben hat; diese Auslegung ist für seine ursprüngliche Absicht genommen und zur Kritik seines Verhaltens von seinen Gegnern verwerthet worden.

Ich concludire: 1. die zweite Sendung ist erfolgt, und sehr triftige Gründe riethen, sie zu versuchen. Sie wird, wie Thukydides angiebt, von Salamis, nicht erst von Andros aus, wie Herodot will, erfolgt sein;

2. sie ist nicht erfolgt, um dem Themistokles ein Guthaben in Persien zu sichern, sondern in bester hellenischer Absicht, Xerxes zum Rückzug zu bringen;

3. sie ist nicht durch den Sikinnos geschehen;

4. sie sollte das Gegentheil ihrer Fassung bewirken und hat es bewirkt;

5. ihre Fassung erlaubte dem Themistokles fünfzehn Jahre später, sie mit einem geeigneten aber unwahren Zusatze versehen, in gut persischem Sinne auszulegen;

6. diese Auslegung und dieser Zusatz sind ihm dann als ursprüngliche Absicht von seinen Gegnern angedichtet worden und in dieser Gestalt in Herodot's Relation übergegangen.

Die vorstehend geführte Untersuchung erledigt zugleich die Frage nach der Complicität des Themistokles mit Pausanias Persien gegenüber. Thukydides führt keinen der angeblichen Beweise an, welche die Spartaner in der Untersuchung gegen Pausanias gefunden haben wollten. Hätten die Spartaner solche nach Athen mitgetheilt, sie wären dem Thukydides so wenig entgangen, als das Schreiben des Pausanias an den Xerxes und dessen Antwort. Alle oben gegen den Medismos des Themistokles in den Tagen von Salamis geltend gemachten Gründe sprechen mit noch grösserer Entschiedenheit gegen seinen Medismos fünfzehn Jahre später. War er jetzt eben mit Persien in Unterhandlung, so war die Flucht nach Persien auf kürzestem Wege noch dringender angezeigt, so hatte er noch weniger Grund, sich in Ephesos zu verbergen, so musste das Schreiben an den Artaxerxes ganz anders lauten. Die Erwähnung der alten Schädigung war entbehrlich, beide Botschaften konnten fehlen — aber das neueste, grösste Verdienst musste den gebührendsten Platz finden, mindestens konnte es in diesem Briefe nicht unerwähnt bleiben. Seine Auslassung ist

schlechthin undenkbar. Die Wendung des Schreibens: πάρειμι διωκόμενος ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων διὰ τὴν σὴν φιλίαν, wird Niemand für solche Erwähnung nehmen wollen, — sie enthält nichts als die Anzeige der Anklage, die ihn nach Persien treibt, deren Inhalt anzugeben dem Themistokles seine Lage gebot. Von dem Verdienste der Verschwörung mit Pausanias für Persien, das doch im Mittelpunkte stehen müsste, kein Wort; nur von geringeren Dingen, von Dingen, die fünfzehn Jahre zurückliegen, ist die Rede. Daraus folgt mit absoluter Evidenz, dass die Anklage oder Anzeige des Leobotes auf Landesverrath, dass die unterstützenden Beschuldigungen der Lakedaemonier erfunden sind.

Anders könnte es um Mitwissenschaft des Themistokles, um etwaige Förderung der Pläne des Pausanias stehen, sich an die Spitze der Heloten zu stellen. Aber auch hierfür giebt uns Thukydides keinerlei Beweis, keinen Anhalt, keinerlei Andeutung. Wohl mochte dem Pausanias nahe genug liegen, mit dem ostrakisirten Themistokles in Beziehung zu treten. Wir müssen uns daran halten, dass nicht nur Rachsucht wegen der Befestigung Athens und anderer Dinge, dass sehr ernste Besorgnisse die Spartaner zur Anklage gegen Themistokles auf Landesverrath mit Persien getrieben haben. Er konnte Argos aus eigener Initiative gegen Sparta in Bewegung bringen, er konnte die Opposition, in welche Argos und Tegea (Strabon S. 377), in welche die arkadischen Kantone gegen Sparta getreten waren, die den Bestand der Hegemonie Sparta's in Frage stellte, antreiben und organisiren. Er hätte damit nicht schlecht für Athen gesorgt. Die Lage im Peloponnes war gespannt, die Aussichten für Sparta letal. Es kam dann auch trotz des Pausanias Sturz und des Themistokles Verjagung zum Kampf mit ganz Arkadien, zur Schlacht bei Dipaea (Herod. 9, 35. Isocr. Archid. 99. Pausan. 3, 11, 7. 8, 45, 2.), zu jenem Aufstande der Heloten, der Sparta zehn Jahre lang beschäftigte.

Liegt das dringendste Interesse Sparta's, den Fall des Pausanias zu benutzen, um sich des Themistokles zu entledigen, dessen Thätigkeit zu Argos und von Argos aus sie Grund hatten, nicht minder zu fürchten als des Pausanias Pläne selbst, klar zu Tage — die Aufnahme der Anklage durch den Alkmaeon und Kimon (Plut. Them. 20. 23. Aristid. 25. Cimon 10. Praec. ger. reip. 10) fällt der Blindheit der Parteiwuth zur Last. Eben deshalb ist sie unbedingt zu verurtheilen. Nicht lange hatte Kimon auf Sparta's Dank zu warten.

Ausgegeben am 6. April.

1882.

XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

13. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Reichert las: Untersuchungen über das anatomische Verhalten der Wirbelsaite (Chorda dorsualis) mit der ihr zugehörigen Schicht der Wirbelkörpersäule in der Basis cranii bei den Selachiern, Cyklostomen und Leptokardiern.

2. Hr. Schwendener legte eine Abhandlung des Hrn. Edmund Kerber hierselbst vor: Über die Lösung einiger phyllotaktischen Probleme mittels einer diophantischen Gleichung, welche in einem der nächsten Berichte erscheinen wird.

3. Hr. Websky überreichte einen in den La Plata-Staaten gefallenen Meteoriten, welchen das correspondirende Mitglied in Buenos Aires, Hr. Burmeister, der Akademie zum Geschenk übersendet. Ein vorläufiger Bericht über den Meteorsteinfall folgt umstehend.

Über einen von Hrn. Burmeister der Akademie übersandten Meteoriten.

Von Hrn. Websky.

Der Kaiserliche Minister-Resident in Buenos Aires, Hr. Dr. von Holleben, erhielt von dem correspondirenden Mitgliede, Hrn. Burmeister in Buenos Aires, als Geschenk für die Akademie einen Meteorstein, welcher, nach den Mittheilungen des Hrn. Minister-Residenten, im Winter 1880 in der Provinz Entre-Rios der La Plata-Staaten, zwischen der Stadt Nogayá (südöstlich von Santa Fé, nördlich vom La Plata-Strom) und der Stadt Concepcion am Uruguay-Fluss gegen Abend unter Entwickelung eines Feuerstrahles, welcher der Tageshelle gleichgekommen, niedergefallen ist. Der Stein wurde nach Concepcion gebracht und gelangte in die Hände eines dort lebenden Chemikers, Hrn. Seekamp, welcher nach Abtrennung von einigen Proben, denselben Hrn. Burmeister in Buenos Aires sandte. Nachdem etwa ein Viertel des dorthin gelangten Stückes für die Sammlung in Buenos Aires abgenommen, ist das etwa die reichliche Hälfte des ursprünglichen Aërolithen bildende Stück zum Geschenk für die Akademie bestimmt worden. In Folge der Klüfte, welche in dem von Natur mürben Körper bei Gelegenheit der Abtrennung von Proben entstanden sind, hat eine beim Transport vorgekommene Erschütterung eine Theilung des Stückes in zwei fast gleiche Hälften bewirkt, von denen die grössere 1239^{gr}, die kleinere 974^{gr} neben 32^{gr} Brocken wiegt.

Der Stein gehört zu den äusserst seltenen, Kohle haltenden Meteoriten, besteht aus einer dunkelgrauen, wenig schimmernden, mürben Masse, welche kein sichtbares Meteoreisen enthält, sondern nur reichlich eingestreute hellgraue runde Körner zeigt, neben denen sparsam solche von mattem Metallglanz und grünlich gelber Farbe auftreten; in dieser Grundmasse sind gerundete Brocken einer etwas weniger dunkelgrauen dichten Substanz von gleichfalls erdiger Beschaffenheit eingeknetet, die frei von Einspringlingen sind.

Der meteorische Ursprung ist zweifellos durch die besonders an dem kleineren Stück wohl erhaltene Rinde dargethan; hält man, durch sie orientirt, die beiden Stücke so aneinander, wie sie vereinigt gewesen sind, so kann man deutlich die Seite erkennen, welche bei der Bewegung in der Atmosphäre nach vorn gekehrt war, und sie von der gefurchten Hinterseite unterscheiden, von der ein Stück während des Fluges offenbar abgesprungen ist. Nimmt man die an dem grösseren Stück vorherrschende Seite als die, jetzt etwas abgerieben erscheinende, in Concepcion hergestellte Bruchfläche, so mag der Aërolith beim Niederfallen die Form eines Sphaeroïds von 150^{mm} kleinstem und 180^{mm} grösstem Durchmesser gehabt haben.

Nähere Angaben über Zeit und Ort des Falles sind in Aussicht gestellt.

Ausgegeben am 20. April.

1882.

XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

13. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Schrader las: Über den keilinschriftlichen Schöpfungsbericht und sein Verhältniss zu dem chaldaeischen des Berossus einerseits, zu dem hebraeischen der Genesis andererseits.

2. Hr. Zeller legte die beiden neu erschienenen Bände der Commentatoren des Aristoteles, Vol. IX und Vol. XI, vor.

3. Von der Ausgabe der Vinaya Pitakam von Hrn. Prof. Dr. Oldenberg wurde der vierte Band vorgelegt.

Über die kleine Lorscher Franken-Chronik.

Von G. Waitz.

(Vorgetragen am 16. März [s. oben S. 293].)

Mit diesem Namen möchte ich ein Werk bezeichnen, das in der Historiographie der Karolingischen Zeit einen eigenthümlichen Platz einnimmt und bis dahin zu vielen Zweifeln Anlass gegeben hat. Der Name Annales, den der erste Herausgeber, Lambecius, und dann auch Pertz ihm gegeben (Laurissenses minores), scheint mir wenig passend, da im Gegensatz zu verwandten Werken nicht nach Jahren der Incarnation gerechnet wird, sondern nach Regierungen der Fürsten, wie in den Chroniken von Isidor und Beda, an den sich auch der Text in den erhaltenen Handschriften anschliesst. Allerdings werden dann die einzelnen Jahre der Fürsten aufgeführt und regelmässig unter jedem derselben eine historische Notiz gebracht, dabei aber auf richtige Zeitbestimmung wenig oder keine Rücksicht genommen, auch mehr als einmal zusammenfassend späteres gleich angefügt. Das Buch liegt in zwei verschiedenen Texten vor, die beide bis zum Jahre 817, aber in dem letzten Theil, seit 806, ganz auseinander gehen. Nur der eine aber kommt, wenn es sich um das ursprüngliche Werk handelt, in Betracht; der andere ist eine Überarbeitung, die in Fulda vorgenommen ward. Dass der Verfasser unter Karl dem Grossen schrieb, kann nicht bezweifelt werden; schon dass er nur die mit Karlmann gemeinsamen Regierungsjahre desselben angiebt, zeigt es bestimmt genug. Dass er in Lorsch lebte, liegt ebenfalls deutlich zu tage; es heisst zum sechsundzwanzigsten Jahre Pippin's in beiden Texten: in monasterio nostro, und ebenso unter dem achten Jahre Karl's in dem der authentischen Handschriften[1].

Was der Autor beabsichtigt, ist ein Compendium der Fränkischen Geschichte von dem Auftreten Pippin's an, mit Hinzufügung aber ein-

[1] Bekannt sind folgende: Rom, früher dem Kloster Lorsch angehörig (Archiv XII, S. 332); Valenciennes aus St. Amand (eb. VIII, S. 441), und Bern aus Reims, früher St. Vaast (eb. VI, S. 486).

zelner auf sein Kloster bezüglicher Nachrichten. Meist sind die Ereignisse ganz kurz angegeben. Nur bei einigen wird die Darstellung ausführlicher und zeigt, dass der Verfasser von der Bedeutung derselben wohl ein Bewusstsein hatte und nicht, wie häufig die Annalen der Zeit, wichtiges und unwichtiges in gleicher Weise und gleichem Ton berichtet. Dahin gehört vor allem die Erzählung von dem Übergang der Königsherrschaft auf Pippin, die sich von der aller anderen Annalen unterscheidet, dieselbe Anschauung der Dinge wiedergiebt, die Einhard in seiner Vita Karoli ausspricht, ohne dass doch in den Worten oder selbst nur in dem Detail der Thatsachen sich ein Zusammenhang zeigte. Eben dahin ist das siebente Jahr Karl's zu rechnen, wo die Unterwerfung des Langobardischen Reichs und die erste Verbindung des Königs mit dem Papst offenbar mit Vorliebe berichtet werden. Auch das neunzehnte Jahr mag man hierher rechnen, wo die Beziehungen Karl's zu den Herzogen von Benevent und Baiern ausführlicher als gewöhnlich behandelt sind, ohne dass freilich etwas eigenthümliches gegeben wird. Dazu kommt die Kaiserkrönung Karl's mit dem was ihr in Rom vorherging.

Die Frage aber, auf die es besonders ankommt, ist, aus welchen Quellen der Verfasser schöpfte, und was er etwa selbständig hinzugefügt hat. Darüber ist öfter, aber bisher, wie ich meine, nicht befriedigend, jedenfalls nicht erschöpfend, gehandelt. Pertz nennt nur den Fortsetzer des Fredegar und eine der Ableitungen der Murbacher Annalen. Mit den von ihm sogenannten Annales Laurissenses majores vermuthet er eine gemeinsame Quelle. Dieser letzteren Annahme stimmt Dünzelmann bei in einer Abhandlung über die Karolingischen Annalen (N. Arch. II, S. 537), dehnt sie aber weiter aus, indem er auch die Fredegar-Fortsetzungen nicht direct, sondern durch Vermittelung eines älteren Werkes, das ausserdem in den Annales Mettenses ausgeschrieben ward, benutzt sein lässt. Zugleich macht er darauf aufmerksam, dass die sogenannten Annales Laureshamenses als Quelle wesentlich in Betracht kommen[1]. Dies letzte wiederholt Manitius in einer Dissertation, die sich speciell auch mit diesem Werk beschäftigt (Die Annales Sithienses, Laurissenses minores und Enharti Fuldenses, Dresden 1881), ohne Dünzelmann's verdienstliche Untersuchungen zu berücksichtigen, denen er sich aber insofern nähert, als er ebenfalls nicht die Laurissenses majores in ihrer jetzigen Gestalt als Quelle gelten lassen will, sondern, wie er es ausdrückt, eine ältere Redaction derselben, was doch in Wahrheit eigentlich nur heisst eine über sie hinausgehende

[1] Es ist nicht der Text, den aus der Handschrift von St. Blasien Ussermann herausgab, sondern der sich in der römischen Handschrift Christ. 213. hinter dem Fredegar, findet (N. Arch. II, S. 329). Vgl. Manitius S. 17.

ältere Darstellung. Keine dieser Annahmen kann ich für begründet halten, sondern glaube, dass die Verwandtschaft mit den Laurissenses majores auf andere Weise erklärt werden muss.

Was MANITIUS für seine Ansicht anführt, kann am wenigsten das was er will beweisen. Es sind meist kleine Zusätze ohne wirklichen Inhalt, Worte, die etwas erklären, einen Zusammenhang herstellen sollen, die, wenn man das ganze Werk überblickt, überall sich finden und nur dazu dienen können, das Verfahren des Compilators zu charakterisieren, nicht Aufschluss über seine Quellen zu geben. Solche Erweiterungen sind Karl Martell 1: dum fortiter dimicat, 11: cuncta vastantes, Pippin 19: in Franciam fratrem visitare veniens (den wahren Anlass, wie Karlmann nach Vienne kam, hat der Autor übergangen); Karl der Grosse 7: nullum ingredi vel egredi permittit — obsidione pertaesi; 16: quem dimittit rex honorifice. Alle diese Worte haben sachlich so gut wie gar keine Bedeutung und gehören zu dem Schmuck oder Beiwerk, das sich auch die Autoren kürzerer Darstellungen erlaubten. — Im Jahr 19 Karl's sollen Ann. Laur. maj. und min. sich widersprechen. Aber die min. nehmen nur, was die maj. bei dem angedrohten Bann des Papstes sagen: si ipse sacramenta quae promiserat domno Pippino rege et domno Carolo itemque rege, non adimplesset, hinauf, wo von den Forderungen Karl's die Rede ist und die maj. sehr undeutlich sagen: postolando jam dicto domno rege; sie fügen dann allerdings am Ende hinzu: Tassilo habe, durch den Bann geschreckt, das verlangte Versprechen gegeben, es aber nicht gehalten; et ad regem venire contempsit. Offenbar ist das ein ganz unhistorischer Zusatz, um den feindlichen Angriff Karl's im folgenden Jahr besser zu erklären, vielleicht jedoch veranlasst durch das was die Ann. Laur. maj. von der Sendung und Aufforderung Karl's an Tassilo berichten mit dem Zusatz: quod rennuit et venire contempsit. — In demselben Jahr findet sich das auffallende Misverständnis, dass es vom Herzog Arigis von Benevent heisst: relinquens Capuam civitatem, während die Ann. Laur. maj. nichts davon wissen, dass der Herzog in Capua war, sondern berichten, dass Karl nach Capua kam. Es ist dieselbe Flüchtigkeit, die sich zeigt, wenn der Autor Karl Martell in Werinbria sterben lässt, während der Cont. Fred., der hier zu grunde liegt, dies nur als Ort der ersten Erkrankung nennt. Hiernach kann man auch nicht geneigt sein, den Worten Pippin 8: Griphonem cum Pippino pacificare cupiunt, irgend welchen Werth zuzuschreiben, oder in dem Folgenden: Idem Gripho non credens se Saxonibus neque Francis, etwas anderes als Worte zu sehen, die es motivieren sollen, dass derselbe sich nach Baiern begab; oder Karl 5 das 'pacem faciunt' von den Sachsen für mehr zu

halten, als eine weitere Ausführung dessen was in der vorher erwähnten Geiselstellung enthalten ist.

Noch weniger Gewicht kann ich darauf legen, dass die Chronik vieles nicht hat, was in den Ann. Laur. maj. steht, und von dem Manitius meint, dass der Verfasser es nicht habe übergehen können, wenn er es in seiner Quelle vorgefunden hätte. Bei der, um wenig zu sagen, ganz willkürlichen Art des Excerpierens lässt sich daraus nimmermehr ein Argument entnehmen. Um das Verfahren des Verfassers zu bezeichnen, ist nur noch darauf hinzuweisen, wie er mit der Chronologie umgeht, ein in sich zusammenhängendes Ereignis unter mehrere, Karl Martell 19—22 sogar unter vier Jahre vertheilt; während ein ander Mal (Pippin 24) zwei Feldzüge Pippin's in einen zusammengezogen werden.

Nur darum kann es sich fragen, ob diese Abweichungen von den zu grunde liegenden älteren Werken dem Autor selber angehören oder vielleicht wenigstens theilweise auf Rechnung einer zwischenliegenden Darstellung kommen.

Dass eine aus Fredegar abgeleitete Bearbeitung der Fränkischen Geschichte, wie sie in den Ann. Mettenses ausgeschrieben ist, benutzt ward, hat Dünzelmann S. 530 überzeugend dargethan. Das 25. Jahr Karl Martell's lässt darüber keinen Zweifel. Die Worte vom dux Maurontus: qui Sarracenos per dolum jam dudum invitaverat, finden sich so bei dem Fortsetzer nicht, der ziemlich weit vorher diese Thatsache berichtet. Dagegen heisst es in den Ann. Mett.: qui quondam Sarracenos in suae perfidiae praesidium adsciverat. Wir besitzen jetzt eine andere kürzere Ableitung aus derselben Quelle in dem unlängst zuerst gedruckten Chron. Vedastinum. Hier finden sich die entsprechenden Worte (SS. XIII, S. 701): perfidiae causa Saracenis adscitum. Nur die Änderung des 'adsciverat' in 'invitaverat' kommt auf Rechnung des Lorscher Chronisten. Man würde aber Unrecht haben, wenn man nun eine directe Benutzung der Fredegar-Fortsetzung in Abrede stellen wollte. Der grössere Theil der Geschichte Karl Martell's stimmt viel mehr mit dieser wie mit den Ann. Mettenses überein. In dem Chron. Vedastinum aber wird die Zeit Karl's überaus dürftig behandelt, so dass man annehmen musste (SS. XIII, S. 701), der Autor sei hier von seiner gewöhnlichen Quelle im Stich gelassen. Auch die Mett. überspringen mehrere Jahre ganz (720—724, 726—730), und es scheint so, dass auch sie hier kein vollständiges Annalenwerk vor sich gehabt haben. Deshalb wird der Lorscher Chronist hier direct zu dem älteren Werk zurückgegangen sein, das in seinem Kloster nicht unbekannt war. Dagegen kann es wohl nicht zweifelhaft sein, dass alles, was nach dem Jahr 741 (Karl Martell's Tod),

von wo an der Fortsetzer des Fredegar nicht mehr die Hauptgrundlage der Chronik ist, doch noch Verwandtschaft mit diesem zeigt, aus jenem Werke genommen ist; so Pippin 7 der Tod des Gripho, 9 die Bezeichnung der Hiltrud als soror Pippini (vgl. Chron. Vedast. S. 702), 21 beim Tod des Königs Heistulf das 'equo lapsus'. Nicht in den anderen Ableitungen nachzuweisen ist nur die schon erwähnte unrichtige Angabe über Karl Martell's Tod zu Werinbria und Pippin 27 die Ermordung des Waiferius 'dolo Warattonis'; die einzig wirklich thatsächlich selbständige Nachricht, die der Lorscher Chronist aus der Zeit vor Karl dem Grossen bringt. Denn die Worte Pippin 2: rebellante Theodbaldo, die zu diesem Jahr sich anderswo nicht finden, können vielleicht aus einem anderen Jahr (vgl. die Ann. Mett. und die aus derselben Quelle abgeleiteten Ann. Lobienses 745, SS. XIII, S. 227) heraufgenommen sein. Was aber Pippin 5 über Bonifaz berichtet wird, findet sich fast wörtlich auch in den Ann. Mett. wieder, nur schon zum Jahr 718, wo auffallender Weise auch die Ann. Fuldenses es bringen, die sonst unserer Chronik folgen. Nur was über die Errichtung des Bisthums Würzburg und die Einsetzung der Bischöfe Burchard und Willibald hinzugefügt wird, ist in keiner der anderen Ableitungen überliefert. Dabei ist aber immer zu bedenken, dass wir das Werk, um das es sich als Quelle hier handelt, nicht mehr selbst besitzen, nur in verschiedenen Ableitungen, von denen offenbar keine den Inhalt vollständig wiedergegeben hat.

Dünzelmann, an eine frühere Untersuchung von Dorr sich anschliessend, war der Meinung, dass das von ihm behandelte, eben theilweise auf der Fortsetzung des Fredegar beruhende Werk nicht blos die Quelle der kleinen Lorscher Chronik, sondern auch der grossen nach diesem Kloster benannten Annalen gewesen, und so die Verwandtschaft der beiden Werke in einem bedeutenden Theil zu erklären sei; er nahm an, dass es schon um das Jahr 780 geschrieben ward. Dass sich dies wesentlich anders verhält, ist durch die Untersuchungen über das Chron. Vedastinum und von Simson über die Ann. Lobienses hinreichend klar gelegt[1]. In Übereinstimmung mit einer früheren Abhandlung Heigel's über die Ann. Guelferbytani hat sich ergeben, dass es ein grösseres Annalenwerk gab, das bis zum Jahr 805 (oder 806?) ging, in seinem älteren Theil auf der Fortsetzung des Fredegar beruhte, später aber im wesentlichen eine Überarbeitung der Annales Laurissenses majores mit einigen Zusätzen gab, nur die letzten Jahre selbständig behandelte.

[1] Forschungen z. D. G. XX, S. 385 ff. Vgl. dazu die Ausgaben in SS. XIII. Das jetzt dargelegte Verhältnis zu den Ann. Laur. min. war mir damals noch nicht deutlich.

Die kleine Lorscher Chronik ist nun nichts anderes als auch ein Auszug aus diesem Werk und den in demselben Kloster abgeschriebenen und fortgesetzten Annalen, die als Laureshamenses bezeichnet werden, mit einigen Erweiterungen und Zusätzen.

Allerdings lässt sich dies nicht Jahr für Jahr darthun, weil einerseits lange die Excerpte aus den Laureshamenses überwiegen, andererseits die verlorenen Annalen hier noch weniger vollständig sich restituieren lassen, als das in dem älteren Theil mit Hülfe der Mett. möglich ist. Nur für einige Jahre treten die neuerdings aufgefundenen, SS. XIII zusammengestellten Fragmente derselben und die anderen Ableitungen ergänzend hinzu. Und ein grosser Theil dessen was die Lorscher Chronik eigenthümlich zu haben schien findet hier seine Erklärung. So Karl 3 von Karlmann: sepelitur Remis; vgl. Ann. Mett. und das Baseler Fragment SS. XIII, S. 27; 20 von Tassilo: non inveniens locum devertendi; vgl. Chron. Vedast.: dum cerneret se non posse evadere; 26 die Stelle über Alcuin, die sich genau mit denselben Worten in diesem Chron. wiederfindet; 35: ibi venit legatio Avarorum, omnem terram imperii sui sub dicione imperatoris Karoli subdunt, eine Stelle, auf deren Übereinstimmung mit den Mett. schon Dünzelmann aufmerksam gemacht hat (S. 517); vgl. die Lobienses (SS. XIII, S. 230): Eo anno Pannonia cum finitimis regnis sub ditione imperatoris redacta est. Ich zweifle hiernach nicht, dass auch die beiden folgenden Jahre auf derselben Grundlage beruhen.

Ann. Mett. 804.	Ann. Lob.	Ann. Laur. min.
perfidos illos . . . de Saxonia per diversas vias dirigens . . . per Gallias ceterasque regiones regni sui sine ulla lesione exercitus sui dispersit. Dann ausführlich über Papst Leo's Ankunft im Frankenreich, zum Theil nach Regino, aus dem auch die Worte 'honoratum magnis muneribus ... duci fecit' entlehnt sind, die aber ähnlich auch in der anderen Quelle sich gefunden haben werden.	Saxonum quosque ... per diversas Galliae partes ad habitandum dispersit. Eodem anno Leo papa a Roma venit.	Saxones absque bello a propriis finibus expulsos in Franciam conlocat. Leo papa Romanus in Franciam ad imperatorem venit; quem imperator donis magnificis honorans remisit ad sedem suam.

Mit dem Jahre 805 hören die Fragmente auf, die in den Ann. Mett. aus dieser Quelle abgeleitet werden können, und auch die Ann. Guelferbytani, die freilich in der Form sehr abweichen, aber im Inhalt wesentliche Verwandtschaft zeigen, gehen nicht über dies Jahr hinaus.

Die Lorscher Chronik hat, wie die Fuldaer Ableitung zeigt, ursprünglich nur das Jahr 806 hinzugefügt, wo sie genauer über Karl's Reichstheilung berichtet. Etwas ähnliches findet sich wohl in den Ann. Lobienses, schliesst sich aber näher an die Laur. maj. an, die hier ebenfalls benutzt worden sind. Dasselbe ist bei dem Chron. Vedast. der Fall; doch weisen hier die Worte: cuique eorum partem regni, ne quid mali inde eveniat, tribuit, darauf hin, dass der Autor auch noch eine andere Vorlage hatte, was dann wieder nur die verlorenen Annalen sein können. Es ist also immerhin möglich, dass diese auch das Jahr 806 umfassten, und dass also der Lorscher Chronist bis zum Ende seiner Arbeit sich auf diese Vorlage stützte, während die Lauresbamenses ihn schon etwas früher in Stich gelassen hatten.

An einigen Stellen kann es bei der kurzen Fassung des Auszugs zweifelhaft sein, aus welcher der beiden Quellen sie geschöpft sind. Doch hat schon Manitius (S. 18) darauf aufmerksam gemacht, dass Karl 27. 28 die Bezeichnung der Avaren als Huni, ihres Landes als Pannonia sich von dem Sprachgebrauch der Lauresh. entfernt, während es der der Annalen von 805 ist.

Manches findet sich, was auf die Ann. Laur. maj. zurückgeht, aber in keiner der anderen Ableitungen ihrer Überarbeitung nachgewiesen werden kann. Pippin 7 der Bau des Klosters in Serapte monte; 8 das Lagern der Sachsen super fluvium Hobacar in loco qui dicitur Horoheim; 24 die Theilnahme des jungen Karl an dem Zuge gegen Waiferius; Karl 7 die Flucht des Adalgisus; 19 die (unrichtige) Nennung Capuas. Bei der Kürze der Auszüge in den Ann. Lobienses und dem Chron. Vedastinum und der starken Benutzung Reginos in den Mettenses kann es aber nicht Wunder nehmen, wenn einiges nur hier erhalten ist.

Es bleiben eine Anzahl Stellen, bei denen die Herkunft wenigstens zweifelhaft ist.

Davon reihen sich einige jenen mehr allgemeinen, etwas phrasenhaften Redewendungen an, von denen vorher die Rede war. So wenn es Karl 20, am Ende von Tassilo's Geschichte, da dieser schon in's Kloster geschickt ist, heisst: omniaque fraudulenta ejus consilia quieverunt. Nicht viel mehr bedeutet 22 von Karl: et ubicumque se verteret, superabat sapientia et prudentia, ultra omnes Francorum reges pollens, omne consilium adversum se malignantium praeveniens distruebat. Es ist allerdings bemerkenswerth, dass der Fuldaer Text, der sich bis hier wesentlich nur als eine andere Handschrift verhält, diese Sätze nicht hat; doch möchte ich, da die andere Überlieferung sich gerade in diesem Theil sonst als die bessere bewährt[1], deshalb nicht an eine spätere Interpolation denken.

[1] Karl 24 finden sich die Worte: Hac tempestate inventum est consilium pessimum, die auch der Fuldaer Text weglässt, in der Quelle, den Ann. Lauresh.

Bemerkenswerth sind besonders die Jahre Karl's 7. 31. 32, wo von des Königs Aufenthalt in Italien und den Beziehungen zum Papst die Rede ist. Das erste stimmt nicht mit dem ausführlichen Bericht der Ann. Mett., der sich ganz entsprechend auch im Chron. Moissiacense findet, und man könnte deshalb jetzt GIESEBRECHT's Zweifel, dass hier dieselbe Quelle wie anderswo vorliege (vgl. Forsch. XX, S. 391) für begründet halten; die übrigen Ableitungen sind zu kurz, um ein sicheres Urtheil zu gestatten, zeigen aber allerdings keine besondere Ähnlichkeit mit dem Lorscher Chronisten. Das Meiste ist von geringem sachlichen Inhalt: ausser den schon vorher angeführten Worten: nullum ingredi vel egredi permittit, besonders: Adrianus papa gaudens cum magna gloria regem advenientem suscipit — sollemniter celebrant, et cum laetitia regem prosequitur; nachher: cum hymnis et laudibus ingrediens. Etwas mehr sagt: thesauros regum ibidem repertos dedit exercitui suo. Auch dies, glaube ich, konnte ein Autor, der den Gebrauch der Zeit kannte, wohl ohne bestimmte Nachricht zu besitzen, hinzufügen, möchte aber das Ganze eher dem Verfasser der grossen Annalen als dem Lorscher Chronisten vindicieren. — Wichtiger ist die Erzählung der Römischen Verhältnisse in den Jahren 799 und 800. Keiner der anderen zur Vergleichung vorliegenden Berichte hat, dass der Papst Leo 'per Albinum cubicularium noctu per murum in fune deponitur', oder dass derselbe seinen Reinigungseid leistete 'ante diem natalis Domini tertium'. Das Erste berichten auch die sogenannten Ann. Einh., aber wenn sich auch sonst eine gewisse Verwandtschaft in den Worten mit diesen zu zeigen scheint, so wird man doch gewiss nicht mit DÜNZELMANN (S. 517) an eine Benutzung derselben denken dürfen. Das Zweite findet sich weder in ihnen noch in irgend einem anderen Berichte[1]. Und es muss nun dahingestellt bleiben, ob der Lorscher Mönch es in den für uns verlorenen — denn die Mett. folgen hier dem Regino — Annalen fand oder andersher entlehnte. Ich bemerke doch, dass sich gerade zu diesem Jahr eine Verwandtschaft mit den Ann. Guelferbytani zeigt; den Worten: Romanos autem qui hanc tyrannidem exercuerunt in exilium mittit, die sonst auch nicht weiter nachzuweisen, entspricht hier: exiliavit Romanos qui contra Leonem contrarii fuerunt. Für einen blos erweiternden Zusatz des Autors mag man das hier zweimal vorkommende 'populo Francorum' halten (vgl. Karl Martell 3: vires Francorum).

Karl 34 ist der Amormulus Sarracenorum rex, der den Elefanten schickt, auch in keiner der anderen Ableitungen vorhanden; die Ann.

[1] S. GREGOROVIUS, Gesch. d. Stadt Rom II, S. 485, N.; BAXMANN, Politik der Päpste I, S. 315.

Laur. maj. haben nur die sehr abweichende bessere Form: Amir al Mumonin.

Zweimal, Karl 26 und 27, steht: educens inde Saxones tertium hominem, das zweite Mal mit dem Zusatz: cum uxoribus et liberis. Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, dass diese Nachricht nicht wörtlich zu nehmen ist. Wie gross auch die Zahl derer war die Karl namentlich in den späteren Jahren aus Sachsen wegführte, an zwei Drittel der gesammten Bevölkerung, noch dazu vor den letzten grossen Verpflanzungen, ist natürlich nicht zu denken; man müsste jedenfalls erklären: jedesmal ein Drittel da wo die Massregel zur Anwendung kam. Vielleicht ist es aber blos eine mehr allgemeine Redensart unseres Chronisten. Die Ann. Lauresham. erwähnen zu drei Jahren nach einander die Abführung von Sachsen, sagen 796: viros et mulieres et parvulos; Karl nimmt 797 aut obsides aut de ipsis quantum ipse voluit, 798 capitanios quos voluit et de obsidibus quantum ei voluntas fuit. — Werthvoller erscheint, was an der zweiten Stelle vorhergeht: Karolus in Saxoniam Francos conlocat, eine Angabe, die sich meines Wissens nicht weiter nachweisen lässt.

Als selbständig erscheinen ausserdem die Notizen 802 und 804 über den Tod des Patriarchen Paulinus und des Erzbischofs Richbodo.

In den früheren Jahren sind noch zu erwähnen Pippin 26 die Nachricht über die Übertragung der Reliquien der heiligen Gorgonius, Nabor und Nazarius, von denen dieser nach Lorsch kam, und Karl 8 der Besuch des Königs im Kloster und die Translation des Heiligen. MANITIUS hat darauf hingewiesen (S. 19), dass die erste Stelle fast wörtlich auch in den Gesta epp. Mettensium des Paulus vorkommt; doch scheint mir kaum glaublich, dass für eine solche Klosternachricht eine immer etwas ferner liegende Schrift herbeigezogen sein sollte. Die zweite ist jedenfalls selbständig und hat wahrscheinlich aus dieser Chronik Eingang in eine Handschrift der Ann. Einh. (S. 153 n. s) erhalten.

Mit dem was hier ausgeführt ist erledigen sich die Behauptungen oder Vermuthungen, die früher über den Charakter des Buches ausgesprochen sind. Was MANITIUS über eine Theilung beim Jahre 794 und eine erste Abfassung in diesem Jahr gesagt (S. 21) und dann zu ähnlichen Schlüssen für die Ann. Laureshamenses benutzt hat, kann nicht weiter in Betracht kommen. Ebensowenig ist daran zu denken, wie DÜNZELMANN annahm (S. 515), dass ein erster Theil nur bis 786 gereicht habe. Es ist auch nicht richtig, dass die Ann. Fuldenses nur bis hier die Lorscher Chronik benutzten; dasselbe ist vielmehr, wie auch schon MANITIUS bemerkt hat (S. 22. 33. 36), noch 794, 802 und

804 geschehen[1]. Und was über das Verhältnis zu den Ann. Laur. maj. angenommen ist, dass die kleine Lorscher Chronik theilweise diese benutzt habe und in einem andern Theil von ihnen benutzt sei (S. 515. 532), erweist sich jetzt als eine ebenso überflüssige wie künstliche Annahme.

Dünzelmann hat, wie andere vor ihm, aber abweichend von denselben, verschiedene Verfasser der Ann. Laur. maj. zu unterscheiden gesucht. Es kann für diese Untersuchung nun freilich nicht mehr unmittelbar die kleine Lorscher Chronik in Betracht kommen, da hier eben nichts auf eine directe Benutzung jener hinweist — und ich glaube, es wird das wesentlich auch für die neuerdings wieder viel verhandelte Frage nach der Heimat derselben zu berücksichtigen sein, da, wenn sie wirklich in Lorsch geschrieben wären, eine solche Nichtbeachtung gewiss auffallend sein müsste —; aber die Chronik ist doch heranzuziehen, wenn es sich darum handelt zu bestimmen, wie weit die alten Jahrbücher dem Annalisten von 805 zur Hand waren. Ich habe früher (SS. XIII, S. 26 N.) vermuthet, nur bis zum Jahr 788, glaube aber, dass eben die Vergleichung der Chronik nöthigt, ein späteres Jahr anzunehmen. Namentlich Karl 22: Karlus Sclavorum gentem qui dicuntur Wilzi trans fluvium Halbia dicioni suae subegit, wird auf Ann. Laur. maj. 789 zurückgeführt werden müssen, wo Karl's Zug gegen die Wilzen ausführlich erzählt ist: usque ad Albiam fluvium venit — supradictos Sclavos sub suo dominio conlocavit. Für die folgenden Jahre ist aber eine Vergleichung unmöglich, da hier überall die Laureshamenses ausgeschrieben sind.

Um die Resultate dieser Untersuchung deutlicher zur Anschauung zu bringen, lasse ich einen Abdruck der Chronik folgen, in dem die aus dem Continuator Fredegarii und den Annales Laureshamenses abgeleiteten Stellen durch kleinsten Druck, die der verlorenen Annalen durch mittlere Typen gegeben sind, gesperrt, was nur als stilistische Erweiterung des Autors erscheint, mit grosser Schrift dagegen, was eigenthümliche, oder doch nicht mit Sicherheit auf andere Quellen zurückzuführende Zuthat ist. Ich benutze dabei die Collation einer

[1] Einzelne Stellen könnten dafür sprechen, dass der Autor noch einen etwas anderen Text gehabt, als der uns in beiden Recensionen vorliegt. Ausser der vorher angeführten über Bonifaz gehört hierher das von Manitius S. 23 angeführte Jahr 736, wo die Fuld. wie der Cont. Fredegars von 'muris et moeniis' sprechen, die Lorscher Chronik nur von 'muris'. Die Folgerungen, welche Manitius hieraus zieht, kann ich aber nicht für begründet halten.

Handschrift zu Valenciennes (früher im Kloster St. Vaast), die Pertz unzugänglich war, von Bethmann aufgefunden, von Dr. Heller verglichen ist[1].

Hucusque Beda chronica sua perducit; cui nos ista subiciamus.

Pippinus dux Francorum, filius Ansgisi[a], post mortem Wulfoaldi ducis partem Austriae regebat, obtinuitque regnum Francorum per annos 27 cum regibus sibi subiectis Hludowico, Hildiberto[b] et Dagoberto; moritur anno secundo Anastasii imperatoris, qui est ab incarnatione Domini annus[c] 714. Huius Pippini ex Alpheida filius Carlus.

Karlus regnavit annos 27.

1. Hic auxilio Dei de custodia, qua detenebatur a Plichtrude[d] matrona, relicta Pippini, liberatur. Qui primo certamine adversus Ratbodum regem Fresonum congreditur; in quo dum fortiter dimicat, plurimum exercitus sui damnum consequitur.

2. Reginfridus[e] maior domus et Helphricus[f] rex Coloniam cum exercitu adeunt, regiones illas quae contiguae Hreno sunt vastantes, acceptisque muneribus a Plichtrude[g], redeunt; atque inde abeuntes[h], Karlus[i] cum exercitu occurrit in loco qui dicitur Amblava.

3. Sequenti anno Reginfridus et Helphricus[k] rex bellum Karlo parant in loco[l] nuncupante Vinciaco[m] die dominico ante pascha[1]; in quo proelio vires Francorum conciderunt. Helphricus[n] rex et[o] Reginfridus terga vertunt[p], insequiturque eos Karlus usque Parisius.

4. Inde victor rediens, Coloniam petit[q]; receptisque a Plichtrude thesauros patris sui, regem sibi constituit Hlutharium[r], nomine, non potestate.

5. Helphricus et Reginfridus auxilium postulant Eudoni[s] ducis Aquitaniorum; adversus quos Karlus pergens, hostes in fugam conpulit. Mortuo Chluthario rege,

6. Karlus ad Eudonem mittit et Helphricum [regem[o]] per legatos recipit. Quo non post multum temporis mortuo, Theodricum regem in sedem regni statuunt.

7. Karlus Reginfridum persequitur, Andegavis civitatem capit. Karlus Saxones vastando victor regreditur.

8. Karlus Alamannos et Baioarios armis subegit.

9. Per idem tempus Eudo pacis iura temerare nititur.

10. Karlus, transito Ligere, Eudonem in fugam vertit, vastata regione.

11. Eudo Sarracenos in auxilium sui adsciscit; qui venientes cum rege suo Abdirama, transeunt Garunnam[t], Burdigalem usque perveniunt, cuncta vastantes, ecclesias igne crematis, Pictavis basilicam sancti Hilarii incendunt.

12. Contra quos Karlus auxilio Dei fretus Sarracenorum infinitam multitudinem simul cum rege eorum prostravit, devictisque hostibus, cum triumpho regreditur.

13. Karlus Burgundiam petens, Lugdunum et civitates reliquas suae dicioni[u] subegit. Beda[2] presbiter moritur anno 730. incarnationis Domini.

---

[1] Ich habe sie 3 genannt, für die Berner Handschrift die von Pertz gewählte Bezeichnung 2 gelassen; beide sind nahe verwandt, wie sie denn aus den benachbarten Klöstern St. Vaast und St. Amand stammen; 1 würde die bisher nicht verglichene Römische Handschrift sein. Als *Fuld.* bezeichne ich den in Fulda veränderten und fortgesetzten Text der jetzt Wiener Handschrift, *Hild.* den hiermit zunächst verwandten der Annales Hildesheimenses.

a) Ansgisi *corr.* Ansigisi 2. b) Hildeberto 2. c) anno 3. d) Plichtrudae 3. e) Reginfridus *corr.* Raginfridus 2. f) Helpricus 2. g) Plicthrude 2. h) abeuntes *corr.* abeuntibus 2. i) Carlus 3, *öfter*. k) Helprichus 2; Helpricus 3. l) lo 3. m) Vinciato 3. n) Helpricus 3. o) *fehlt* 3. p) verterunt insequitur eos 2. q) petiit 3. r) Chluotharium 2. s) Eudonis 2. t) Garunnam 2. u) ditioni 2.

1) So die Ann. Laureshamenses. 2) Die Ann. Lauresh. haben dies 731.

14. Eudo dux hac tempestate moritur. Quo mortuo, Carlus Aquitaniae regionem absque bello recepit.

15. Karlus navali evectione Fresonum regnum penetravit, interfectis Fresonibus Popponem ducem interemit, lucos et fana subvertit, victor cum praeda magna revertitur.

16. Sarraceni, collecta manu valida, Avinnionem urbem capiunt, regiones circumquaque vastantes. Adversus quos Karlus arma corripiens,

17. ad praedictam urbem adcurrit; civitas obsidione vallata, machinis instructis, capitur, magnaque strages hostium efficitur.

18. Karlus Gothorum fines penetravit, Narbonam obsedit, regem[a] Sarracenorum Athima[b] intus incluso.

19. Sarraceni in Hispania, qui commorabantur[c] in vicinia, haec audientes, armati cum rege suo occurrunt.

20. Contra quos Carlus dimicans, regem cum populo suo interfecit; qui gladium evadere poterant, ascendentes navibus, in mare dimersi[d] sunt,

21. Francis[e] super eos cum navibus et iaculis infestantibus, sicque Franci de hostibus triumphantes, praędam magnam et captivorum multitudinem capiunt;

22. regionem Gothicam urbesque famosissimas[f] Naemausum, Agatem et reliquas[g] capiunt, destructis moeniis usque ad fundamentis[h].

23. Karlus tributarios[i] fecit Saxones.

24. Karlus regionem Provinciae ingrediens, fugato duce Mauronto[k],

25. qui[l] Sarracenos[l*] per dolum iam dudum invitaverat, cunctam Provinciam et maritima illa loca suae dicioni subegit.

26. Carlus, Gothos superatos, Saxones et Fresones subactos, Sarracenos[l*] expulsos, Provinciales receptos, regnum Francorum feliciter possidens, moritur in villa publica Wermbria[m] anno 741. incarnationis dominicae.

27. Post quem duo liberi eius regnant annos 27.

Carlmannus[n] cum fratre Pippino regnavit annos 7.

1. Carlmannus[n] et Pippinus Hunoldum[o] res novas molientem obprimunt et in ipso itinere regnum inter se, quid quisque haberet, dividunt.

2. Per idem tempus[p], rebellante Theotbaldo[1], Karlmannus[n] vastavit Alamanniam.

3. Carlmannus[n] et Pippinus in Baioariam exercitum ducunt adversus Huodilonem [sui[q] sororium].

4. Carlmannus[n] adversus Saxones dimicat et castrum Ohseburg capit.

5. Bonifatius[r], vir sanctus de genere Anglorum, legatus Germanicus Romanae ecclesiae, Magontiacae[s] civitatis episcopus ordinatur; qui praedicatione sua multos populos Thuringiorum[t], Hessorum necnon et Austrasiorum ad fidem rectam et christianam relegionem, a qua diu aberraverant, convertit, sed et monasteria monachorum ac virginum primus in partibus Austriae exorsus est, ipse in castro Wirziburg sedem episcopalem[u] constituens, annuente Carlmanno[n] et auctoritate apostolici[v] papae.

6. Burghardus, collega Bonifatii, Wirziburgae ordinatur episcopus; Willibaldus in Eichsteti episcopus constituitur.

---

a) regem *corr.* rege 2. b) Alhima 2. c) commorabant 3. d) demersi 2. e) **Franci 3 *und Fuld.*** f) fom. Nem. 3. g) reliquias 3. h) fundamentis *corr.* fundamenta 2. i) **S. tr. f. 3.** k) Mauronte 2. l) quo *corr.* qui 2. l*) Sarac. 3. m) *so* 2. 3; Wrembria *Hild.* n) **Carlom. 3.** o) Hunaldum 2. p) *fehlt* 3. q) s. s. *fehlen* 3. *Fuld. Hild.* r) Bonifac. 3 *immer.* s) **Mog.** civitati 3. t) Toringiorum 2. u) principalem 2. v) Zachariae 2 *übergeschrieben.*

1) Vgl. Ann. Mett. 745.

7. Carlmannus regnum temporale pro aeterno regno dispiciens, fratri regnum derelinquit et Romam ad limina beatorum apostolorum devotus pervenit, ibique tonsoratus, relegionis habitum suscepit et in Serapte[a] monte monasterium aedificavit, et non post multum in monasterio Sancti Benedicti monachus efficitur. Gripho[b], frater Pippini, in Saxoniam[c] aufugit.

Pippinus cum iam per annos 7 regnaret[d], regnat post hoc annos 20.

8. Pippinus in Saxoniam per Thuringiam[e] ingreditur; Saxones cum Griphone[f] adunati super fluvium Hobacar[g], in loco qui dicitur Horoheim, Griphonem cum Pippino pacificare cupiunt.

9. Idem Gripho[h] non credens se Saxonibus neque Francis, de Saxonia Baioariam[i] petit, Baioaros[k] et Hiltrudem[l], sororem Pippini, cum Tassilone filio parvulo adquisivit.

10. Pippinus in Baioariam[i] pergens, Griphonem et Lantfridum inde educit, Tassilonem ducem[m] constituit ibidem;

11. Griphoni partibus Niustriae 12 comitatos dedit. Gripho vero nec se ibidem credens, ad Weiferium[n] ducem Aquitaniae se contulit.

12. Anno 750. incarnationis dominicae mittit Pippinus legatos Romam ad Zachariam papam, ut interrogarent de regibus Francorum, qui ex stirpe regia erant et reges appellabantur, nullamque potestatem in regno habebant, nisi tantum quod cartae et privilegia in nomine eorum conscribebantur, potestatem vero regiam penitus nullam habebant, sed quod maior domus Francorum volebat, hoc faciebant; in die autem Martis campo secundum antiquam consuetudinem dona illis regibus a populo offerebantur[o], et ipse rex sedebat in sella regia circumstante exercitu, et maior domus coram eo, praecipiebatque die illo quicquid a Francis decretum erat; die vero alia et deinceps domi sedebat. Zacharias igitur papa secundum auctoritatem apostolicam ad interrogationem eorum respondit, melius atque utilius sibi videri, ut ille rex nominaretur et esset qui potestatem in regno habebat quam ille qui falso rex appellabatur. Mandavit itaque praefatus pontifex regi et populo Francorum, ut Pippinus, qui potestate regia utebatur, rex[p] appellaretur et in sede regali constitueretur. Quod ita et factum est per unctionem sancti Bonifatii archiepiscopi Suessionis civitate. Appellatur Pippinus rex, et Hildricus[q], qui falso rex[r] appellabatur, tonsoratus in monasterium mittitur.

13. Pippinus rex Saxoniam pergit; Hildigarius episcopus Colonensis[s] a Saxonibus interimitur.

14. Gripho Italiam cupiens penetrare, a Theodoino comite in valle Maurienna obprimitur, idemque Theodoinus in ipso certamine occiditur.

15. Per idem tempus Stephanus papa Romanus venit ad Pippinum regem, postulans adiutorium et defensionem adversus Heistulfum regem, eo quod res sancti Petri abstulerat et depraedationes multas Langobardi[t] faciebant.

a) Sarapte 2. b) Crippo 2. c) *so 3. Hild.;* Saxonia 2. d) regnavit *corr.* regnaret 2. e) Thoringiam 2. f) Grippone 2. g) Hobaccar 3. h) Grippo 2. i) Baioriam 3. k) Baioarios 2. l) Hilthrudem 3. m) ib. d. c. 3. n) Weipherum 2. o) offerebatur 3. *Fuld.* p) *fehlt* 3. q) Hilthricus 3. r) app. a. 3. s) in Sax. 2. t) Longobardi 3.

16. Stephanus papa unxit duos filios[a] Pippini in reges, Karlum et Carlmannum[b].

17. Bonifatius archiepiscopus euangelizans genti Fresonum verbum Dei martyrio coronatur anno 755[c]: qui sedit in episcopatu annos 13; post quem Lullus episcopus annos 32.

18. Pippinus in Italiam ingreditur iustitiam sancti Petri ad perquirendum, Heistulfum sibi in bello occurrentem[d] superat. Heistulfus fuga lapsus Papiae includitur, datis obsidibus 40, sacramento constrictus res sancti Petri restitui[e].

19. Stephanus papa Romam revertitur. Karlmannus[b] monachus in Franciam fratrem visitare veniens, Viennae moritur.

20. Pippinus in Italiam proficiscit, Heistulfum Papiae[f] inclusum obsedit et, ut res sancti Petri redderet, sacramento constringit, Ravennam cum Pentapolim sancto Petro tradidit.

21. Heistulfus in venatione equo lapsus, regnum cum vita perdidit.

22. Pippinus Saxones bello superat: equos 300 reddere in tributum promittunt.

23. Pippinus Weiferium[g] ducem in Aquitania ecclesiarum iustitias facere rennuentem coegit promittere emendationem et restitutionem quicquid iniuste abstulerat[h].

24. Weiferus sacramenta mentitus, vastando et depopulando usque Cavillonem pervenit. Pippinus cum Carlo filio exercitum ex adverso movet, castella et civitates pugnando capit, Burbonem, Cantela, Clarmontem, aliaeque quam plurimae eius dominatui se subiciunt; deinde Beturicam expugnat.

25. Tassilo de exercitu regis se subducens, Baioariam petiit. Facta est hiems valida anno 764.

26. Hruotgangus Mettensis urbis archiepiscopus postulavit a Paulo Romanae[i] sedis apostolico corpora sanctorum martyrum Gorgonii[k], Naboris et Nazarii et impetravit adduxitque cum honore ab urbe Roma; et condidit sanctum Gorgonium in monasterio suo, quod ipse a novo aedificaverat, cui vocabulum est Gorzia, sanctum Naborem in monasterio alio quod dicitur Nova-cella, sanctun vero Nazarium in monasterio nostro Lauresham; ubi in praefatis locis in multis miraculis clarescunt.

27. Pippinus omnem Aquitaniam peragrando suae dicioni subdit, nec tamen Weiferium ut voluit capit, sed ille semper vastationi et fugae intentus, donec dolo Warattonis[l] peremptus[m], fugae et tyrannidi finem[n] dedit. Pippinus ab Aquitania regrediens ad Sanctum Dionisium[o], 8. Kal. Octobr. diem obiit, anno aetatis 54[1].

Karlus[p] cum Carlomanno fratre regnavit annos 3.

1. Carlus cum fratre[q] Carlomanno Hunoldum[r] in Aquitania rebellantem[s] capiunt.

---

a) filii 3. b) Carlom. 3. c) incarnatione Domini *fügt 3 hinzu.* d) occurrente 3. e) restitu(i) *corr.* restituere 2. f) Papae 3. g) Veiferium 2. h) abstulerunt 2: *Fuld. und Hild. geben* et — abstulerunt *zum Jahr vorher.* i) Romano 2. 3. k) Gurg. 3. l) Waratonis 2. m) peremptus *corr.* perempto 2. n) finis 2. o) Dyonisium 2. p) Carlus 2: Karolus 3. q) *fehlt* 3. r) Hunaldum 2. s) debellantem 2.

1) 53 Chron. Vedast.

2. Carlomannus rex obiit villa Salmunciaco[a], sepelitur[b] Remis[c].

3. Carlus in Saxoniam castrum Aeresburg expugnat, fanum et lucum eorum famosum Irminsul[d] subvertit.

4. Interea cum exercitus siti fatigaretur prae siccitate, subito in quodam torrente media die divinitus aquae largissimae effusae sunt. Saxones ad regem super Wisarhaha venientes, obsidibus datis, pacem faciunt[e].

5. Carlus, invitante Adriano[f] pontifice Romano, Italiam ingreditur; Desiderius rex obsistere nititur, clusas Alpium obseratas[g] obviam pergit; Franci clusas reserant; Desiderius Papiae includitur.

6. Karlus Papiam civitatem obsedit, nullum ingredi vel egredi permittit. Interim Karlus orationis causa ad limina sancti Petri pergit. Adrianus papa gaudens cum magna gloria regem advenientem suscepit; diem sanctum paschae sollemniter celebrant; et cum laetitia regem prosequitur. Revertente Carlo[h] rege a Roma, Langobardi[i] obsidione pertaesi, civitate cum Desiderio rege egrediuntur ad regem. Rex vero alia die cum hymnis[k] et laudibus ingrediens, thesauros regum ibidem repertos dedit exercitui[l] suo, et cunctum Italiae regnum adeptus, regreditur in Franciam[m], adducens secum Desiderium et coniugem eius ac[n] filiam. Adalgisus, filius eius, fuga lapsus, per mare Constantinopolim venit.

8. Carlus ab Italia regrediens, dedicationem ecclesiae sancti Nazarii et translationem corporis ipsius in monasterio nostro Lauresham celebravit anno incarnationis dominicae[o] 774, die Kalend. Septembris. Carlus Saxones[p] vastatis Heresburg[q] et Sigiburg castella capit, custodias ibidem dimissis, revertitur in Franciam.

9. Carlus in Italiam Hruotgauzum[r] tyrannidem molientem interimit.

10. Saxones post multas caedes et varia bella adflicti, non valentes resistere, tandem christiani effecti, Francorum ditioni subduntur.

11. Carlus contra Saracenos Pampalonam civitatem capit. Abitaurus rex[s] Saracenorum dedit obsides fratrem suum et filium et reddidit civitates quas tenebat; inde proficiscitur ad Caesaris-Agustam[t], adducit secum Ibinlarbi regem Saracenorum. Widuchindus[u] Saxo tyrannidi nititur. Saxones rebellioni insistunt, strages et incendia in Franciam usque in Rhenum[v] peragunt.

12. Carlus ex itinere Hispanorum[w] regrediens, exercitum obviam mittit, Saxones in fugam vertit[x].

13. Karlus Saxones obprimit et adversantes sibi Dei auxilio superat.

14. Karlus Romam denuo adiens, Adrianus papa Pippinum, filium regis, baptizavit et a sacro fonte suscepit, et regem super Italiam[y] unxit; similiter et Hludowicum[z], fratrem eius, super Aquitaniam, celebrantque pascha Domini cum magna gloria.

15. Carlus rex Dassilonem ducem ad se accersiit Wormaciam.

16. Tassilo promittit fidem servare regi cum iureiurando, quem dimittit rex honorifice et imperat sibi obsides mitti; quod ita et fecit.

---

a) Salmuntiaco 2. b) sepelitur *corr.* sepelitus 2. c) Remus 2; Renus 3. d) Irminisul 3. e) rogant *Fuld. Hild.* f) Hadriano 3. g) obseratis 3. h) Carolo 3. i) Longobardi 2. k) ymnis 3. l) exercitu *corr.* exercitui 2. m) Frantiam 2, *öfter.* n) a 3. o) domini 2; dom̄ 3. p) Saxones *corr.* Saxonibus 2. q) Aereb. 3. r) Hruotgaudum tir. 2. s) rex Sar. rex 3. t) Caesaris augustum *corr.* Caesaraugustam 2. u) Widuchingus . . tir. 2. v) Renum 2. w) Hispaniorum 2. x) convertit *corr.* vertit 2. y) Italia 2. z) Hludowuicus 2; Ludovicum 3.

17. Widuchindus Saxo post multam tyrannidem peractam in semet[a] revertitur, venit ad regem, fidelis effectus baptizatur.

18. Per idem[b] tempus multa signa apparuerunt, inter quae[c] signum crucis in vestimentis hominum frequentissime apparuit; sanguis etiam e terra ac de coelo perhibetur fluxisse[d].

19. Carlus Romam adveniens, Harigisus dux Benebentanus[e] mittens filium suum Rumoldum regi et munera, ut in terram suam ne intraret, et quicquid imperaret faceret; quod apostolicus audiens, non credidit [neque[f] Franci], sed persuasit regem proficisci in terram Beneventi. Harigisus relinquens Capuam civitatem, in Salerno concluditur, mittit regi munera et Grimoldum, filium suum, et 12 obsides: obtinuit, ut terra non vastaretur illa. Carlus Romam remeans, Tassilonis legati postulant Adrianum, ut pacem inter illum et regem faceret: quod rex libenter annuit, si hoc faceret, quod Pippino regi cum iuramento patri suo promiserat et denuo ipsi et filiis suis sub iureiurando firmaverat: quod rennuentes legati Tassilonis, Adrianus pontifex eum sub anathematis vinculo constringit, si aliter facere vellet. Quod perspiciens Tassilo, promisit se in omnibus oboedientem[g] esse[h]; quod et postea fefellit et ad regem venire contempnit.

20. Carlus pergit Baioariam, Tassilonem ex omni parte cum exercitu concludit. Tassilo non inveniens locum devertendi[i], coactus venit ad regem, reddidit patriam, et iterum renovans sacramenta, dedit obsides et Theodonem[k], filium suum: permittitur ei habere ducatum. Iterum Tassilo convincitur de infidelitate et eicitur de principatu: tonsoratur et in monasterio mittitur, omniaque fraudulenta eius consilia quieverunt.

21. Carlus[l] Sclavorum gentem qui dicuntur Wilzi[l*] trans fluvium Elbia[m] dicioni suae subegit.

22. Carlus[l] Avarorum gentem subegit[n] armis, et ubicumque se verteret, superabat sapientia et prudentia, ultra omnes Francorum reges pollens, omne consilium[o] adversum se malignantium praeveniens distruebat[p].

23. Saxones iterum ad idolatriam revertuntur.

24. Hac tempestate inventum est consilium pessimum, quod Pippinus, filius regis ex concubina, inierat, ut regem interficeret et regnaret in loco eius. Qui convictus et omnes consentanei eius capitali sententia damnantur; qua sententia rex pietate permotus Pippinum tonsorari iubet et in monasterium[q] mitti; alii, ut digni erant, morte plectuntur.

25. Carlus dirigit filios suos [reges[r]] Pippinum et Hludowicum[s] in Benebento[t] cum exercitu, factaque est famis valida super populum terrae et super exercitum, ita ut nec in ipsa quadragesima carnium esu[u] abstinerentur. Per idem tempus sinodus congregatur Franconufurt[v].

26. Carlus in Saxoniam pergens, Saxones obtinuit, educens inde Saxones tertium hominem, et in Franciam collocat. Alcwinus cognomento Albinus[w], diaconus et abba monasterii Sancti Martini, sanctitate ac doctrina clarus habetur. Adrianus papa obiit; cui succedit Leo 98[us x].

27. Hunorum legatio ad regem veniens, thesauros adducunt[y]; quos rex optimatibus suis tribuens, legatos abire permittit.

28. Pippinus rex Italiae Pannoniam pergit.

---

a) s. ipso 2. b) i. vero 2. c) quas 2. d) defluxisse 2. e) Benebentanus *corr.* Beneventanus 2. f) n. Fr. *setzen nach* terram 2. 3. g) obedientem *corr.* obediturum 2. h) se 3. i) divert. 3. k) Thedonem *corr.* Theodonem 2. l) Carolus 3. l*) genus Winedorum *übergeschrieben* 2. m) Halbia *corr.* Albia 2. n) a. s. 3. o) concilium 3. p) distribuebat 3, *corr.* distruebat 2. q) Prumia *übergeschrieben* 2. r) *fehlt* 2. s) Hlodowigum 3. t) Benemento 2. u) carne a. 3. v) Franconufurth 3. w) Albuinus 3. x) *corr.* 99. 3. y) adducens 2; add. secum 3.

29. Karlus in Saxoniam Francos collocat, Saxones inde educens[a] cum uxoribus et liberis, id est tertium hominem.

30. Karlus iterum in Saxoniam.

31. Per idem tempus Romani tyrannidem moliuntur, Leonem papam de pontificatu deiciunt[b], oculos eruere[c] moliuntur, linguam abscidunt, in custodiam retrudunt; unde per Albinum cubicularium noctu per murum in fune deponitur, ad Winigisum ducem Spolitanum, qui circa Urbem cum exercitu consederat, pervenit; qui curam adhibuit ei et in Saxoniam ad regem direxit. A quo honorifice susceptus, in sede apostolica per legatos suos Leo papa restituitur; Romanos autem qui hanc tyrannidem exercuerunt in exilium mittit.

32. Carlus Romam pergit. Leo papa ante diem natalis Domini tertium de omnibus quae a populo Romano ei obiciebantur coram rege et populo Francorum dato sacramento purificatur, et in die natalis Domini ante missarum sollemnia in ecclesia sancti Petri coram sacratissimum corpus eius coronam imperialem capiti regis Leone pontifice inponente[d], ab ipso pontifice et ab omni[e] populo Romano atque Francorum augustus appellatur, anno incarnationis dominicae 800.

33. Legatio Grecorum ad augustum veniens, pacem petit[f].

34. Amormulus Sarracenorum[g] rex elefantum unum cum alia munera praetiosa dirigit. Paulinus patriarcha Foriiuliensis obiit.

35. Item legatio Grecorum simul cum legatis imperatoris Carli, quos direxerat in Greciam[h], ad villam regiam quae dicitur Salz venit. Autem imperator pergit ad Baioariam; ibi venit legatio Avarorum, omnem terram imperii sui sub ditione imperatoris Karoli subdunt.

36. Carlus imperator Saxones absque bello a propriis finibus expulsos in Franciam collocat. Richbodo[i] archiepiscopus moritur.

37. Leo papa Romanus in Franciam ad imperatorem venit; quem imperator donis magnificis honorans, remisit ad sedem suam.

38. Imperator Carlus regnum Francorum inter filios suos tres reges dividit. Carlo[k] regi, filio suo, regnum Austri, Saxones, Fresones et partem Alamanniae[l] partemque Galliae maximam usque in occidentale oceanum dedit, Hludowico[m] regi Aquitaniam et partem maximam Burgundiae, Pippino Baioariam et totum Italiae regnum, partem Alamanniae[n] partemque Burgundiae.

Grimoaldus dux Benebentanus[o] moritur; post quem alius Grimoaldus successit[p].

a) adducens 2; educes 3. b) eiciunt *corr.* deiciunt 2. c) evertere 2. d) inponenti 3. e) omini 3. f) petiit 3. g) Sarac. 3. h) Gretiam 2. i) Rihbodo 3. k) Carolo 3. l) Alimaniae 2. m) Hlodowico 3. n) Alemaniae 2. o) Benebentanus *corr.* Beneventanus 2. p) in ducatu *fügt mit anderer gleichzeitiger Hand hinzu 3.*

Ausgegeben am 20. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1882.

XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

20. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Kronecker las: Zur Theorie der elliptischen Functionen und der allgemeinen Invarianten.

2. Hr. du Bois-Reymond legte die von Hrn. Prof. Eugen Baumann, Vorsteher der chemischen Abtheilung des hiesigen physiologischen Institutes, ausgeführte Untersuchung von Bruchstücken eines Ameisen- oder Termitennestes vor, welche der Geheime Regierungsrath Hr. Prof. Reuleaux aus Australien mitgebracht hat. Die Mittheilung folgt umstehend.

3. Ein Ministerial-Schreiben vom 6. und zwei desgl. vom 11. d. zeigen die Genehmigung folgender von der physikalisch-mathematischen Classe beantragten Unterstützungen an: 1. Für Hrn. Dr. M. Braun aus Myslowitz, preuss. Schlesien, Prosector und Docenten am vergl. anatomischen Institute der Kaiserl. Russ. Universität Dorpat, zur Untersuchung der Entwickelung der Schildkröten und Geckotiden auf den Balearen, 2640 M.; 2. Für Hrn. Dr. Urban, ersten Assistenten am Kgl. botanischen Garten hierselbst, zur Ergänzung und Fortführung seiner Studien in den Pariser und Londoner Herbarien, 1200 M.; 3. Für Hrn. Dr. von Heldreich in Athen zur Fortsetzung seiner Vorstudien zu einer Flora graeca classica, 1200 M., und zur Bereisung

der neuen griechischen Provinzen Thessalien, Epirus u. s. w., 1000 M., im Ganzen 2200 M.

4. Hr. Gaston Paris zu Paris, Professor am Collège de France und Mitglied der Académie des Inscriptions et Belles-Lettres wurde zum correspondirenden Mitglied der Akademie für das Fach der neueren Philologie erwählt.

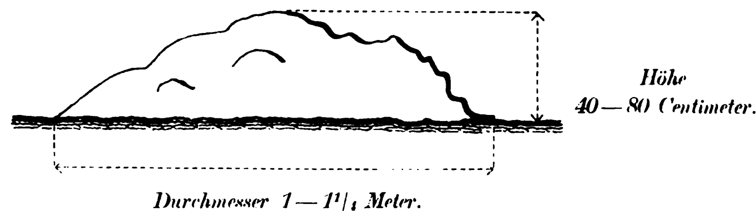
Chemische Untersuchung von Bruchstücken eines von Hrn. Reuleaux aus Australien mitgebrachten Ameisen- oder Termitennestes.

Von E. Baumann.

Vorbemerkung von E. du Bois-Reymond.

Hr. Prof. Reuleaux, der während seiner im Interesse der deutschen Industrie unternommenen Reise nach Australien eine Fülle von Beobachtungen aus allen Gebieten der Naturkunde sammelte, hatte die grosse Güte, mir zwei Bruchstücke angeblicher Ameisennester zur Untersuchung im physiologischen Institute mit folgender Notiz zu übersenden:

»Die Stücke entnahm ich einem der merkwürdigen Ameisenbaue in der Gegend von Toowoomba in Queensland, Grafschaft Moreton. Baue derselben Art fand ich auch im Süden, in den verschiedensten Districten von Victoria. Die Baue sind kuppenförmig, ziemlich unregelmässig, indem kleine flache Kuppen sich regellos aus der Hauptkuppe erheben.«

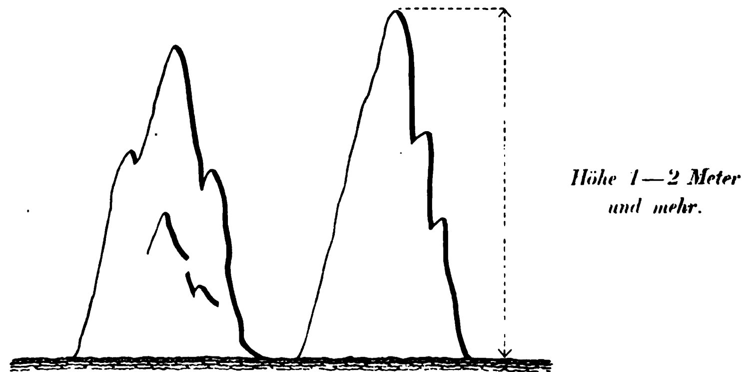


Durchmesser 1—1½ Meter.

»Die äussere Wandung, von welcher Probe A herrührt, ist stets dicht, lehmgelb, und so fest, dass sie Stössen mit dem Stiefelabsatz oder Flintenkolben durchaus widersteht. In einzelnen Fällen fand ich den Bau erbrochen und hörte, dass die Stiere der in der Nähe weidenden Heerden öfter solche Hügel mit den Hörnern zerstossen. Die erbrochenen Baue zeigten im Inneren die blasige badeschwammartige Structur und braune Färbung der zweiten Probe B: sie waren stets unbewohnt. Das bauende Thier ist eine Ameise,

braun, etwa 12, vielleicht auch nur 10^{mm} lang, keine Termite. Es wird nicht gefürchtet, scheint also nicht zu beissen; doch weiss ich darüber nichts Genaues.«

»Im Norden sah ich, leider nur vom Schiff aus, das sehr nahe dem Ufer fuhr, noch andere Ameisenbaue. Diese waren spitz wie Zuckerhüte, aber ebenfalls unregelmässig gestaltet, hellgelb, braun bis rothbraun.«



»Bei Somerset (Nordspitze Australiens an der Torresstrasse) bestanden solche Baue eine grosse Wiese dicht wie Kirchhofsteine oder hohe schmale Lagerzelte. Auch auf der Insel, zwischen welcher und der Küste wir hinfuhren, sah man solche Baue in Menge. Beide Mal standen sie auf freier Höhe: Menschen und Vieh gingen zwischen ihnen umher. Es wurde bestimmt versichert, dass auch diese Baue von Ameisen herrühren.«

Sind Ameisen deren Werkmeister, so könnte es sich nach sachkundigem Urtheil um *Myrmecia gulosa* Fabr. oder *forficata id.* handeln. Doch werde ich darauf aufmerksam gemacht, dass die Proben sehr an die Structur von Termitennestern erinnern, dass Leichardt in Australien ganz eben solche Gebilde Termiten zuschreibt, und dass nach Hrn. G. Fritsch in Südafrika häufig Ameisen alte Termitenbaue bewohnen. Letzterer Umstand würde die Täuschung — wenn eine solche vorliegt — bei Hrn. Reuleaux' Gewährsmännern erklären, dass die Nester von Ameisen herrühren, während das Ergebniss der chemischen Untersuchung, wonach die Nestsubstanz Cellulose in concentrirterer Form ist, als sie in bekannten Hölzern vorkommt, auf die ungeheuren Zerstörungen Licht zu werfen scheint, welche Termiten im Holzwerk anrichten. Hr. Reuleaux hofft übrigens Exemplare des die Nester bewohnenden Insects zu erhalten, und er wird versuchen, die Frage an Ort und Stelle entscheiden zu lassen, ob dies Insect auch wirklich bei deren Bau betheiligt sei.

Hr. Prof. E. du Bois-Reymond übergab mir vor einiger Zeit zwei etwa faustgrosse Bruchstücke eines Ameisen- oder Termitennestes, welche Hr. Geheimerath Reuleaux aus Australien mitgebracht hatte. Beide Stücke entstammten einem und demselben Neste, waren aber sowohl nach Aussehen als nach ihrer Zusammensetzung völlig verschieden.

Das eine Stück (A) gehörte dem äusseren Theile des Nestes an und bestand aus sandreichem eisenhaltigem Thon, der, wie es scheint, durch eine geringe Menge organischer Materie verklebt ist. In Wasser, besonders beim Erwärmen, wird letztere gequollen oder gelöst, so dass die Masse zu einem groblichen Pulver zerfällt. In dem Wasserauszug, welcher erst nach längerem Stehen von dem fein darin vertheilten Thon klar abfiltrirt werden kann, sind Spuren von Ammoniak und von Salpetersäure nachweisbar. Die lufttrockene Masse verlor bei 130° 1.29 Procent Wasser; beim Glühen schwärzt sie sich durch eine geringe Menge abgeschiedener Kohle, die leicht verbrennt; aus dem Glühverlust der trockenen Substanz berechnet sich der Gehalt an organischen Stoffen zu 6.07 Procent.

Ein weit grösseres Interesse beanspruchte die Untersuchung des zweiten Stückes (B), das dem inneren Theile des Baues angehörte. Dasselbe stellt eine chocoladefarbige etwas elastische Masse dar, welche von unregelmässig gewundenen zahlreichen Gängen und Höhlungen labyrinthartig durchbrochen ist. Dieser Theil des Nestes ist so hart, dass beim Versuch, es zu durchschneiden, das Messer leicht abspringt; die Bruchfläche zeigt einen matten Glanz. Die mikroskopische Untersuchung, welche Hr. Dr. Brandt und Hr. Dr. Kurtz auszuführen die Güte hatten, ergab, dass die Masse ohne jede Structur ist. Im Mörser lässt sie sich leicht zerkleinern und alsdann zum feinen Pulver zerreiben. Ihr specifisches Gewicht ist 1.3608. Sie ist in den gewöhnlichen Lösungsmitteln so gut wie unlöslich; an Alkohol und Aether giebt sie nur eine Spur eines braun gefärbten Harzes ab. Beim Kochen mit starken Alkalien quillt sie und geht allmählich in Lösung. Auch beim längeren Kochen mit verdünnter Schwefelsäure löst sie sich allmählich auf; die dabei gebildete schwarzbraune Lösung reducirt Fehling'sche Lösung und dreht — nach vorausgegangener Entfärbung mit Bleiacetat — die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts. Sie enthält also Traubenzucker. Beim Erhitzen in einer trockenen Röhre entstehen die Producte der trockenen Destillation des Holzes; beim Erhitzen an der Luft sintert die gepulverte Substanz und verbrennt allmählich unter Hinterlassung fast weisser ungeschmolzener Asche. Bei 120° verlor die lufttrockene Substanz 8.54 Procent ihres Gewichtes. Die Analyse der getrockneten Substanz ergab folgende Werthe:

Kohlenstoff	51.55	Procent
Wasserstoff	5.89	»
Stickstoff	1.19	»
Asche	3.09	»

Auf aschefreie Substanz berechnen sich hieraus, wenn man den geringen Kohlensäuregehalt der Asche vernachlässigt, Werthe, welche mit der Zusammensetzung mancher Hölzer ziemlich nahe übereinstimmen, besonders hinsichtlich des Wasserstoff- und Stickstoffgehaltes. In der folgenden Tabelle sind diese Werthe neben die Analysen einiger kohlenstoffreichen Hölzer gestellt, welche von Chevandier[1] ausgeführt und gleichfalls auf aschefreie Substanz berechnet sind:

	Nestsubstanz.	Eiche.	Weide. 1.	Weide. 2.	Birke.
Kohlenstoff	53.10	50.64	51.75	54.03	50.61
Wasserstoff	6.08	6.03	6.19	6.56	6.23
Sauerstoff	39.59	42.05	41.08	37.93	42.04
Stickstoff	1.23	1.28	0.98	1.48	1.12

Die Substanz des Nestes giebt mit Jod weder direct noch bei gleichzeitiger Einwirkung von Chlorzink oder Schwefelsäure eine blaue Färbung, eine Eigenschaft, die bekanntlich dem Holze, der incrustirenden Substanz und anderen Verbindungen Cellulose ähnlicher Substanzen gleichfalls zukommt. Indessen gelang es nach dem Verfahren, welches Fr. Schultze und Henneberg zur Gewinnung der Cellulose aus Holz empfohlen haben, aus der Nestsubstanz reine Cellulose darzustellen.[2] Zu diesem Zwecke wurden, nach der Vorschrift von Henneberg, 3^gr der getrockneten Substanz, nach vorhergegangener Behandlung mit Alkohol und Aether, mit 36^gr Salpetersäure (sp. Gew. 1.10) und 2.4^gr chlorsaurem Kali etwa drei Wochen lang bei niederer Temperatur macerirt. Der ungelöste Rückstand wurde abfiltrirt mit Wasser und mit verdünntem Ammoniak gewaschen; letzteres löste dabei reichliche Mengen einer braunen durch Säuren wieder fällbaren Substanz. Der in Wasser und Ammoniak unlösliche Rückstand wurde getrocknet und analysirt: seine Menge betrug etwas über 1^gr. Die Zusammensetzung desselben stimmt ziemlich nahe mit den Werthen überein, welche Fr. Schultze[3] bei der Analyse der in ähnlicher Weise aus Holz gewonnenen Cellulose gefunden hat.

	Gefunden.	Cellulose aus der Steineiche.	Cellulose aus der Kiefer.
Kohlenstoff	45.50	44.51	44.54
Wasserstoff	6.08	6.00	6.01

Noch sicherer als aus der Analyse ergiebt sich aber aus dem chemischen Verhalten der aus dem Neste gewonnenen Substanz, dass sie nichts Anderes als Cellulose ist: bei der Behandlung mit jodhaltiger

[1] Annales de Chimie et de Physique, 3me Série. t. X. p. 129.
[2] R. Sachsse, Kohlenhydrate aus Proteinsubstanzen. Leipzig 1877. S. 144.
[3] Chemisches Centralblatt. 1857, S. 321.

Chlorzinklösung oder Schwefelsäure färbt sie sich in ihrer ganzen Masse tief blau; beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure liefert sie Traubenzucker, wie die ursprüngliche Substanz.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass der innere Bau des Nestes im Wesentlichen aus Holz oder einer ähnlichen Substanz hergestellt ist. Dasselbe wird von den Thieren entweder zerkleinert oder in einer anderen Weise derartig verarbeitet und verklebt, dass keine Spur der Structur des Holzes erhalten bleibt. Was für eine Flüssigkeit die Thiere dabei verwenden, muss dahingestellt bleiben. Jedenfalls kommen die Excremente der Thiere dabei nicht in Betracht, was der geringe Stickstoffgehalt und der niedrige Gehalt der Asche an Phosphorsäure und Schwefelsäure (s. u.) beweisen. Es verdient noch hervorgehoben zu werden, dass das specifische Gewicht (1.3608) des gröblich zerkleinerten Nestes höher ist als das der härtesten und dichtesten Hölzer. Der höchste gefundene Werth für das specifische Gewicht von schwarzem Ebenholz ist nach Brisson[1] 1.331, für das von Pockholz 1.342.

Die Asche des Nestes enthielt die folgenden Bestandtheile:

In Wasser löslicher Theil	5.2	
» » unlöslicher Theil	94.8	
Kieselsäure	33.33	Procent
Kalk (CaO)	30.55	»
Magnesia (MgO)	1.89	»
Eisenoxyd und Thonerde	20.14	»
Kohlensaure Alkalien	4.50	»
Schwefelsäure (SO_3)	0.83	»
Phosphorsäure (P_2O_5)	3.41	»
Kohlensäure	nicht bestimmt	

Auffällig könnte der hohe Gehalt der Asche an Kieselsäure erscheinen: derselbe erklärt sich dadurch, dass einzelne Sandkörnchen in der organischen Substanz eingebettet liegen.

Über die Zusammensetzung der Nester von Termiten findet sich eine Angabe in der Literatur von H. Schiff[1], welcher zwei Termitennester von Java untersuchte. Dieselben bestanden nach Schiff aus Holz und Eisenthon, welche durch ein Mundsecret der Termiten verkittet waren. Das Verhältniss von organischer Substanz und Aschenbestandtheilen ist zwar ein ganz anderes als bei dem australischen Neste; gleichwohl dürfte es von Interesse sein, die beiden Analysen von Schiff zum

[1] Muspratt-Stohmann, 2. Aufl., 3, S. 165.

Vergleich hier aufzuführen. SCHIFF fand in 100 Theilen der lufttrockenen Substanz seiner beiden Nester:

	I.	II.
Wasser	13.11	9.21
Organische Substanz	72.73	13.81
Kieselsäure	5.10	37.42
Eisenoxyd und Thonerde	4.87	37.71
Kalk	3.39	0.46
Natron	0.69	—

Ausgegeben am 27. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1882.
XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

27. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Dillmann las: Über die Herkunft der urgeschichtlichen Sagen der Hebräer. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. A. Kirchhoff legte den vollendeten zweiten Band des dritten Theiles des Corpus Inscriptionum Atticarum vor.

Über die Herkunft der urgeschichtlichen Sagen der Hebräer.

Von A. Dillmann.

Seitdem man angefangen hat, die Bücher des Alten Testaments den allgemein gültigen Grundsätzen wissenschaftlicher Erforschung zu unterstellen, und den Zusammenhängen der ältesten Kulturvölker nachzuspüren, ist auch die Frage nach der Herkunft der in den neun ersten Kapiteln der Genesis vorliegenden Erzählungen über die Urgeschichte der Menschheit vielfach erörtert worden. Analogien zu diesen Stoffen, zum Theil recht auffallende, liessen sich in den Literaturen und Sagen anderer Völker mannigfach nachweisen. Anfangs waren es die Mythen und Sagen der klassischen Völker, welche man zur Vergleichung heranzog. Später, als die indisch-êranische Literatur aufgeschlossen wurde, fand man in dieser, wenigstens mit dem einen oder andern jener biblischen Sagenstoffe, überraschende Berührungen und glaubte auf diese um so mehr Gewicht legen zu dürfen, je höher man von dem Alter dieser Literaturen dachte, und je fester man an einen ursprünglichen Zusammenhang der indogermanischen und semitischen Sprachen und Völker glaubte. Von diesen letzteren Voraussetzungen ist man in Folge der tiefer eindringenden Untersuchungen der letzten Jahrzehnte erheblich zurückgekommen, und fast gleichzeitig damit ist durch die fortschreitende Ausgrabung und Entzifferung der babylonisch-assyrischen Keilschriftdenkmale der Einblick in eine ursemitische Kultur und Literatur eröffnet worden, welche an Alter nicht bloss die klassischen und arischen, sondern auch die ältesten biblischen Schriften weit übertrifft. Aus den erhaltenen Fragmenten des Berosus wusste man längst, dass die Babylonier eine mit der biblischen merkwürdig zusammenstimmende Sintfluth-Erzählung hatten, obwohl man ihr hohes Alter noch nicht kannte und Viele sie für eine Nachahmung der biblischen hielten. Seit G. Smith im Jahre 1872 auf einer Thontafel aus der Bibliothek Sardanapals den keilinschriftlichen Sintfluthbericht als Episode eines grossen (nach Izdubar benannten) Heldengedichts, das

schon ums Jahr 2000 in Babylonien schriftlich fixirt gewesen sein soll, gefunden hat, war in jener Beziehung ein Zweifel nicht mehr möglich. Nachdem sodann derselbe auf anderen Thontafeln mythologischen Inhalts auch die altbabylonischen Parallelen zur Schöpfungs-, Paradies- und Sündenfallgeschichte, selbst zur Erzählung vom Thurmbau in Babel entdeckt zu haben glaubte und in seiner »Chaldäischen Genesis« einen vorläufigen Abriss vom Inhalt derselben gegeben hatte, hat sich rasch, nicht bloss innerhalb, sondern auch ausserhalb des Kreises der Assyriologen, die Ansicht verbreitet, dass der gesammte Stoff der Urgeschichten der Hebräer aus Chaldäa stamme, allwo er unter der Einwirkung eines nicht semitischen (sumerisch-akkadischen) Kulturvolkes auf die Semiten sich erzeugt habe. Was an wirklichen Beweisen für diesen Satz noch fehlt, meinen die Fortgeschrittenen, müsse sich durch weitere Entdeckungen noch finden. Und bereits geht man so weit, dass man diesen ganzen Ursagenstoff der Genesis erst durch die von Nebukadnezar nach Babylonien verbannten Juden von den Babyloniern dort an- und aufgenommen und in die Schrift gefasst sein lässt. In der That aber bestätigt sich an solchen Urtheilen nur die alte Erfahrung, dass der Enthusiasmus die Tragweite eines neu gefundenen wissenschaftlichen Erkenntnissmittels oft ins Ungeheuerliche übertreibt. Dies nachzuweisen und zu maassvollerer Beurtheilung zurückzuleiten ist der Zweck der nachfolgenden Auseinandersetzung.

Einleitend muss ich bemerken, dass wenn wirklich unsere biblischen Ursagen so durchaus und so genau mit den keilinschriftlichen Darstellungen übereinstimmten, wie jetzt behauptet wird, die Folgerung allerdings unausweichlich wäre, dass dieselben erst von den babylonischen Juden niedergeschrieben seien. Bezüglich desjenigen Theils dieser Urgeschichten, welche aus der sogenannten Priesterschrift stammen (wie Gen. 1. 5 und zum Theil 6—9), würde eine solche Folgerung die freudige Zustimmung derjenigen Kritiker finden, welche diese Priesterschrift aus andern Gründen in die nachexilische Zeit herunterzudrücken sich bemühten, aber bezüglich der andern, der sogenannten Jahvistischen Schrift zugehörenden (wie C. 2—4 und zum Theil 6—8), würde dieselbe der bisher einstimmigen und wohlbegründeten Annahme des höheren Alters dieser Schrift durchaus widerstreiten. Indessen abgesehen von dieser literarischen Unzuträglichkeit, welche sich ergäbe, würden schwerwiegende principielle Bedenken sich erheben. Einmal war, wie allbekannt, die Stimmung der Juden in Babylon gegen ihre Unterdrücker von der Art, dass es einfach unglaublich erscheint, sie hätten aus den mythologischen Schriften oder Ueberlieferungen derselben ganze Stücke, die ihnen bisher fremd waren, sich angeeignet und gar an die Spitze ihres Gesetzbuches gestellt. Der nationale und

religiöse Gegensatz war damals ein zu starker, als dass ein mythologischer Synkretismus sich hätte bilden können; es liegt auch nicht ein Beispiel von Herübernahme babylonischen Glaubens oder Aberglaubens aus jener Zeit vor, und selbst indifferente Dinge, wie die babylonischen Monatsnamen, haben sich die Juden nur langsam und erst, als dieselben unter der persischen Oberherrschaft allgemein gebräuchlich geworden waren, angeeignet. Sodann aber waren die babylonischen Mythen, um die es sich hier handelt, schon in ihrer ältesten uns zugänglichen keilinschriftlichen Gestalt, wie viel mehr also im sechsten Jahrhundert und später, so sehr von einer vielgestaltigen Götterlehre und grob sinnlichen Anschauungen umrankt und durchzogen, dass selbst einer eminenten religiösen Genialität, wie sie doch in jenen Jahrhunderten die Juden gar nicht mehr hatten, es nicht möglich gewesen wäre, sie sozusagen zu einer reineren Urgestalt zurückzubilden und in der monotheistischen Einfachheit, Schönheit und Wahrheit wiederzugeben, in welcher sie in der Bibel vorliegen.

Doch sind das nur vorläufige Erwägungen. Geht man auf die Sachen selbst ein, so zeigt sich, dass die Uebereinstimmung der hebräischen mit den chaldäischen Ursagen weder eine so grosse noch eine so durchgängige ist, um die unmittelbare Ableitung jener aus diesen zu rechtfertigen.

Die babylonische Kosmogonie, wie sie theils bei Damascius, theils bei Berosus überliefert ist, geht wie die hebräische vom Chaos aus, lässt aus diesem eine Menge monströser Lebewesen, dann eine Serie von Göttern und Göttinnen erzeugt werden, bis endlich Bel Himmel und Erde, die Gestirne und die einzelnen Geschöpfe bildet. Was man aus den G. Smith'schen sogenannten Schöpfungstäfelchen bis jetzt mit Sicherheit erheben kann, haben Sie vor vierzehn Tagen in Hrn. Schrader's gelehrter Auseinandersetzung gehört: es geht nicht wesentlich über das längst Bekannte hinaus. Die Verwandtschaft zwischen der babylonischen und biblischen Schöpfungslehre reducirt sich darauf, dass beide vom Chaos, d. h. einem Urstoff ausgehen, aus welchem heraus alles Übrige (bei den Babyloniern auch die Götter) wurde, und dass beide ihn als ein finsteres, wässeriges, ordnungsloses Durcheinander beschreiben, in welchem noch keines der Einzelwesen und Einzelgestaltungen der späteren Zeit vorhanden war. Sicher ist ein solcher chaotischer Urstoff als das Prius alles Vorhandenen der Vorstellung der ältesten Menschen, sobald sie über das Werden der Dinge nachzudenken anfingen, vollkommen entsprechend, weil auch alles, was der Mensch macht, einen Stoff voraussetzt und sein Verfertigen eben immer ein Bearbeiten einer form- und ordnungslosen Masse ist. Diese Urmaterie, wollte man sie einmal näher denken

und beschreiben, als wässrig zu denken, war durch die Beobachtung des Meeres, der Überfluthungen mit ihren Wirkungen auf die Bodengestalt, des Wassers und seiner Vegetationskraft an die Hand gegeben; finster, lichtlos musste sie sein, weil die Gestirne noch fehlten, und Licht überall, wo es auftritt, auch Princip der Ordnung ist. Wie einfach und nahe liegend die ganze Vorstellung ist, sieht man am besten aus der Gemeinsamkeit derselben bei den verschiedensten der alten Völker. Nach Manu 1, 5 ff. war das All einst Finsterniss, unerkennbar, ununterscheidbar, wie in Schlaf befangen; nach dem aegyptischen Todtenbuch C. 17 war ein chaotisches Urgewässer (Nun genannt) der Urgrund von Allem; zu geschweigen von so jungen Darstellungen, wie in Ovid's Metamorphosen. Wo die Vorstellung zuerst entstanden ist, lässt sich heute nicht mehr ausmachen; dass sie an mehreren Orten spontan entstanden sein kann, ist nicht abzuleugnen; jedenfalls gehört sie zum ältesten Gemeingut der Völker. Will man aber einmal Entlehnung auf Seiten der Hebräer annehmen, so liegt doch die phönikische Quelle viel näher als die babylonische. Auch die phönikischen Kosmogenien gingen nach Philo Byblios aus von dem Wehen finsterer Luft (πνοὴ ἀέρος ζοφώδους) und dem trüben finsteren Chaos (χάος θολερὸν ἐρεβῶδες), und liessen in demselben vermittelst des πόθος und des πνεῦμα die Μώτ, d. h. die von Einigen für Schlamm, von Anderen für Fäulniss wässriger Mischung erklärte Materie entstehen, aus welcher dann die Einzeldinge wurden (Euseb. praep. ev. 1, 10, 1). Nur bei den Phöniken, nicht bei den Babyloniern, ist bis jetzt der Gen. 1, 2 für das Chaos gebrauchte Ausdruck בֹּהוּ als Βάαυ (1, 10, 5) nachzuweisen; nur bei den Phöniken, wie bei den Chinesen, Indern, Aegyptern, Griechen und Finnen, nicht aber bis jetzt bei den Babyloniern das Weltei, an welches in Gen. 1, 2 noch eine zarte Anspielung in רוּחַ מְרַחֶפֶת sich findet. Dass das Chaos in der Bibel nicht geschaffen wird, begründet keine besondere Aehnlichkeit mit dem babylonischen Mythus; überall, wo man ein Chaos kennt, ist es das der Kosmogonie vorausgehende Prius; ein geschaffenes Chaos ist ein Unding: ist einmal der Begriff eines allmächtigen Gottes dahin ausgebildet, dass er auch als Urheber des Stoffs gedacht wird, dann muss folgerecht die Verwendung des Chaos in der Schöpfungslehre aufhören, denn ein solcher Gott wird nicht zuerst den Stoff und dann die Form schaffen, sondern beides zugleich. Ausser diesem Anfang bietet nun aber die babylonische Theorie keine weitere wesentliche Ähnlichkeit mit der biblischen; im Gegentheil gleich darnach beginnt die Abweichung. Das Nächste, was aus dem Chaos wird, sind die Götter und Göttinnen (ebenso bei allen andern Heiden), wovon natürlich bei den Hebräern keine Rede sein kann. Was die Ordnung oder Reihen-

folge der einzelnen Schöpfungswerke bei den Babyloniern war, wissen wir zur Zeit nicht; die Ordnung der Genesis ist aber (etwa mit Ausnahme der Stelle der Gestirne) eine so sehr durch die Natur der Sache gegebene, dass hier selbst, wenn eine ähnliche Ordnung bei den Babyloniern sich fände, noch keine Nachahmung auf der einen oder andern Seite bewiesen wäre. Sicher scheint nur so viel aus den erhaltenen und lesbaren Resten, dass die babylonischen Darstellungen ebenso wie die indischen und klassischen viel mehr in die Einzelheiten der mannigfaltigen Dinge, Wesen und Kräfte sich einliessen, als die hebräische. Wenn man[1] Gewicht darauf legt, dass in diesen babylonischen Berichten hinter jedem Schöpfungswerk ubaššimû ilâni »gut gemacht hatten die Götter« vorkomme, und das dem biblischen »und Gott sahe, dass es gut war« vergleicht, so ist sowohl das »jedem« als das »hinter« in Anspruch zu nehmen, und der Beweis, dass der Ausdruck richtig übersetzt ist, noch nicht erbracht; im Übrigen wäre weiter nicht zu verwundern, wenn so tief in die Einzelheiten sich einlassende Darstellungen bei einigen besonders herrlichen Schöpfungswerken, wie Gestirnen oder Menschen, diese Herrlichkeit auch besonders rühmten.

Das zweite Stück der hebräischen Ursagen, die Paradiesgeschichte, steht, wenn man auf die zu Grunde liegenden Gedanken sieht, überhaupt einzigartig da. Zwar die Vorstellung von einer glücklicheren, seligen, goldenen Urzeit der Menschheit (unter der unmittelbaren Herrschaft der Götter) geht durch die alten Völker von Indien, Persien bis Aegypten und zu den klassischen Völkern durch, obwohl sie gerade bei den anderen Semiten und zumal bei den Babyloniern bis jetzt sonst nicht nachzuweisen ist. Aber in der Weise, dass schon der erste Mensch, ursprünglich zum Leben in der Gemeinschaft mit Gott in seinem Garten bestimmt, durch eine That des Ungehorsams seines seligen Glückes verlustig und dem ganzen Heer der Übel unterworfen worden sei, findet sie sich nirgends und kann sich nicht finden, weil kein anderes Volk und keine andere Religion von der Bestimmung des Menschen und von dem Begriff der Sünde so hohe Gedanken hatte, wie das hebräische. Speciell von dem Dasein einer solchen Paradiesgeschichte bei den Babyloniern hat man bis jetzt keine Spur. Wie noch immer manche[2] das bekannte, schon vor Jahren von G. Smith und Anderen zu diesem Zweck ausgebeutete babylonische Siegelbild des britischen Museums als Beweis einer chaldäischen

[1] G. Smith, chald. Genesis von Delitzsch S. 71. 298 f., P. Haupt, der keilinschriftliche Sintfluthbericht S. 21.

[2] Z. B. Lenormant les origines de l'histoire [2] I. 90; Frd. Delitzsch wo lag das Paradies? S. 90 f.

Sündenfallerzählung betrachten können, ist nicht zu verstehen. Es sitzen da zwei Personen vor einem Lebensbaum mit Früchten, die eine links, die andere rechts davon, jede eine Hand nach dem Baum hin ausstreckend, und hinter der linken steht aufgerichtet eine grosse, die Person etwas überragende Schlange. Dass diese linke Figur weiblich sei, ist an nichts sicher zu erkennen. Nun bedenke man aber: beide Figuren sitzen auf Stühlen (ohne Lehne), beide sind mit einem langen Gewand bekleidet und haben Kopfbedeckung; weist schon dies in die Kulturzeit hinein, so macht noch mehr der Umstand, dass die rechte zwei Hörner am Kopf hat, unmöglich, den Urmenschen darin zu sehen, und lässt schliessen, dass diese Hörner ebenso das auszeichnende Attribut dieser Figur sind, wie die aufgerichtete Schlange hinter der zweiten das Attribut von dieser, also beide vielmehr göttliche Wesen oder höchstens Priester gewisser Gottheiten, die in irgend einer Weise an dem Baum der Unsterblichkeit sich erfreuen oder ihm ihre Verehrung bezeugen.[1] So wenig wie von einer Verführung der ersten Menschen durch die Schlange und ihrem Fall ist auch von einem Paradies oder Gottesgarten als Aufenthaltsort der ersten Menschen bei den Babyloniern etwas überliefert oder wiedergefunden. Selbst wenn es sicher wäre, dass die Landschaft um Babel her Karduniâš und Babel selbst Tintira beigenannt wurden (es ist aber bestritten), und selbst wenn der Name Karduniâš »Garten (und nicht vielmehr Bezirk) des Gottes Duniâš« und Tintira »Lebenshain« bedeutete, so würde daraus nicht folgen, dass die Idee eines Gottesgartens im biblischen Sinn zu Grunde läge d. h. eines Aufenthaltsortes der ersten Menschen vor dem Fall, sondern nur dass dieser fruchtbare, und von den Babyloniern selbst natürlich auf's höchste gerühmte Ort in irgend einer Weise der lokalen Gottheit Duniâš heilig war. Ebenso hinfällig ist der indirecte Beweis, den Frd. Delitzsch kürzlich für die Ableitung der Paradiessage aus Babylonien dadurch zu führen gedachte, dass er zu zeigen versuchte, in der geographischen Beschreibung des Edengartens Gen. 2, 10—14 sei nichts anderes als die Landschaft um Babel her gezeichnet, und haben also die Juden selbst diese Gegend für ihr Paradies erklärt. Denn gerade dieser mit viel Gelehrsamkeit und Scharfsinn unternommene Versuch ist, wie schon jetzt, nach noch nicht einem Jahr, ziemlich allgemein anerkannt ist, grossartig misslungen: er verwandelt von den vier Paradiesflüssen zwei in Kanäle, macht den östlichsten zum westlichsten (als Pallakopas), verlegt den zweitöstlichsten (als Schatt en Nil) in die Mitte zwischen Euphrat und Tigris, lässt den Tigris aus dem Euphrat ausströmen und zugleich

[1] C. P. Tiele in Theologisch Tijdschrift 1882 S. 258 f.

den Niederlauf des Tigris vor dem Lande Assur her fliessen, setzt das ganze Land Kusch (Aethiopien) nach Babylonien, macht Babylonien zu einem Fundort des Goldes, was es nie war, und übersieht, dass Feigenbäume in der babylonischen Niederung nie heimisch waren, ganz abgesehen davon, dass es einem Juden nie einfallen konnte, in dem bitter gehassten Babylon den Ort des einstigen Paradieses anzuerkennen. Die zwei Kerube aber, welche nach Gen. 3, 24 den Eingang zum Gottesgarten bewachen, sind sicher auch nicht aus Babylonien geholt: das, was die Bibel Kerube nennt, ist bis jetzt dort nicht gefunden. Wenn sich bewahrheitete, was jetzt behauptet wird[1], dass die geflügelten babylonischen Stierkolosse, welche vor den Tempeln und Palästen Wache halten, den Namen Kirubi führten, dann wäre erst recht sicher, dass die Hebräer ihre Kerub-Vorstellung nicht von dorther genommen haben können. Denn der hebräische Kerub fliegt und trägt die Gottheit durch die Lüfte (Ps. 18, 11), den Stierkolossen aber sollte das schwer geworden sein. Der Ursprung des Kerubs aus der Gewittersturmwolke ist bei den Hebräern noch vollkommen durchsichtig; er war eher Greifen- oder Adler-artig gedacht denn als Stier-artig. Auch die Hüter des Paradieses verrathen noch durch das sich windende Schwert, das sie bei sich haben (den geschwungenen Blitzstrahl) ihr ursprüngliches Wesen und haben mit den Stierkolossen nichts zu thun. Das einzige an der Paradiesgeschichte, was durch die babylonisch-assyrischen Monumente bis jetzt in helleres Licht gesetzt ist, ist der Lebensbaum, der bekanntlich ausser der Paradiesgeschichte auch in der Bildsprache der hebräischen Weisheitslehrer sehr geläufig war. Wir wissen jetzt aus den Monumenten, dass er in der Vorstellung und Mythologie der Semiten selbst eingewurzelt war und brauchen ihn nicht mehr aus dem êranischen weissen Haoma-Baum oder Gâokerena (Gokart) abzuleiten. Aber wenn wir auch bei anderen Völkern, wie den Indogermanen, selbst Tataren, ganz ähnliche Vorstellungen von Bäumen und Pflanzen oder auch Wassern finden, welche alle Krankheiten heilen und Leben geben, so sehen wir gerade aus der grossen Verbreitung dieser Vorstellung, dass sie nicht specifisch semitisch war, sondern zu dem ältesten Vorstellungskreis der Menschen gehörte. Keinenfalls haben erst die Juden sie in Babylonien sich angeeignet (sie ist in den Proverbien als vorexilisch bezeugt), und keinenfalls haben sie den Lebensbaum in der steifen hieratischen Form sich gedacht, in welcher er auf den babylonisch-assyrischen Monumenten erscheint. Wie dieser Lebensbaum in die ältesten Zeiten zurückgeht, so gewiss auch der Götter-

---

[1] Z. B. Lenormant orig. [2] I. 118 ff.; Delitzsch Paradies 153 f.

berg mit seinen göttlichen, von Keruben geschützten Schätzen, an welchen der Gottesgarten nach der unzweideutigen Aussage von Ezech. 28, 13. 14 sich anlehnt. Man kannte diesen Götterberg als הַר מוֹעֵד בְּיַרְכְּתֵי צָפוֹן schon aus dem Spottlied auf den König von Babel Jes. 14, 13 sowie aus Ezech. 28, 14. 16, wo er הַר קֹדֶשׁ אֱלֹהִים und הַר אֱלֹהִים heisst, als semitisch, näher als wahrscheinlich babylonische und phönikische Vorstellung; jetzt ist er auch aus den Chorsabad-Inschriften und aus der Prisma-Inschrift des Königs Tiglathpilesar I. als babylonisch-assyrische Vorstellung unter dem Namen E Ḫarsag-gal-Kurkura oder auch Aralu nachgewiesen.[1] Dass aber auch von den Israeliten diese Vorstellung nicht etwa erst im Exil angenommen wurde, sondern bei ihnen schon älteres (nur von dem allem Mythologischen feindlichen Mosaismus zurückgedrängtes) Erbgut war, sieht man aus der gelegentlichen Anspielung darauf in Psalm 48, 3 (c. 700 verfasst) und daraus, dass auch bei ihnen der Norden noch eine besondere Heiligkeit hatte (Lev. 1, 11; Ez. 1, 4; vgl. Jj. 37, 22). Nun ist aber bekannt, dass auch die indogermanischen Völker in den hohen Bergen des Nordens (in ihrem Kailâsa und Meru, in ihrer Hara Berezaiti oder Albordsch, sogar noch im Olymp) sich den Wohnsitz der Gottheit gedacht haben, und so wird man auch damit wieder auf urälteste Vorstellungen eines grösseren Kreises asiatischer Kulturvölker geführt.

Wir gehen nun über zu den beiden Urvätergenealogien, die der Kainiten Gen. 4 und die der Sethiten Gen. 5. Längst hat man merkwürdig gefunden, dass wie in Gen. 5 zehn Urväter von Adam bis Noah so nach Berosus auch von den Babyloniern zehn vorsintfluthliche Könige (Alorus oder Adorus bis Xisuthros) gerechnet wurden. Man hat darum auch irgend welchen Zusammenhang dieser beiden Listen sowohl in den Namen als in den Zahlen der diesen Personen beigelegten Jahre vermuthet, aber ihn wirklich nachzuweisen hat man noch nicht vermocht und wird auch schwerlich künftig es vermögen. Dies ergibt sich aus folgenden Gründen. Neben der zehngliedrigen Sethitenreihe steht die siebengliedrige Kainitenreihe, deren sämmtliche Namen (mit kleinen Lautänderungen im jetzigen Text, die nicht einmal alle ursprünglich sind) auch in der Sethitenreihe wieder vorkommen. Bedenkt man, dass von den drei in der längeren Reihe überschüssigen Namen der eine Noah (der Mann der Fluth) ist, die beiden anderen, gleich hinter Adam obenan stehenden (Seth, Enosch) in ihrer Bedeutung noch durchsichtig sind und einen ebenso allgemeinen Sinn haben wie Adam und Kain (nämlich Enosch »Mensch«

[1] Delitzsch, Parad. 117 f.; Lenormant origines [2] II. 123 ff.

wie Adam, und Seth »Setzling, Sprössling« wie Kain, Kênân), und nimmt man hinzu, dass der Schriftsteller, von dem die Kainitenreihe stammt, keine Fluth erzählte (also auch keinen Noah als Helden der Fluth aufführte), so wird man leicht erkennen, dass die zehngliedrige Reihe aus der siebengliedrigen einfach erweitert ist, und einsehen, dass man bei wissenschaftlicher Betrachtung nicht sowohl von der Seth-, als vielmehr von der Kain-Reihe ausgehen muss. Der Sinn und Zweck der Kainitengenealogie Gen. 4 ist aber durch die Notizen, die wenigstens bei einigen ihrer Namen auch noch in unsern jetzigen Texten hinzugefügt sind, deutlich der gewesen, die allmählige Herausbildung der Fertigkeiten, Künste und Lebensweisen bei den Menschen, also den Gang und Fortschritt der Kultur an der Reihe dieser Namen nachzuweisen. In diesem Zweck trifft diese Kainitengenealogie mit den bei Euseb. praep. ev. 1,10 überlieferten Fortsetzungen der phönikischen Kosmogonien so merkwürdig zusammen[1], dass man (trotz der Dunkelheit dieser Namen selbst) zuversichtlich behaupten kann, man stehe hier auf palästinisch-phönikischem Grund, nicht aber auf babylonischem. Ist aber die zehngliedrige Reihe eine künstliche (aber, wie die Namen Seth, Enos ausweisen, ächt hebräische) Erweiterung der siebengliedrigen, so wird man davon abstehen müssen, diese auf die babylonische vorsintfluthliche Königsreihe zurückzuführen. Ist auch Sinn und Ursprung dieser zehn Königsnamen der Babylonier trotz aller, namentlich von Lenormant in verschiedenen Schriften darauf verwandten Mühe noch fast völlig dunkel, so viel ist doch wohl aus ihrer Bezeichnung als Könige und aus den langen Zeiträumen ihrer Herrschaft klar, dass dieser Liste ein anderer Sinn und Zweck unterlag[2]. Nun könnte man freilich noch einreden, gerade die Erweiterung der siebengliedrigen Reihe zu der zehngliedrigen der Sethiten sei durch das Muster der zehn babylonischen Könige veranlasst. Aber hiegegen kommt in Betracht, dass die Sitte, Stammbäume nach der festen Zahl 10 zu ordnen, bei den Hebräern auch sonst, wo an Abhängigkeit von den Babyloniern gar nicht gedacht werden kann (wie Gen. 11,10 ff.; Ruth 4,18 ff.) vorkommt, ebenso wie die, nach der Zahl 7 zu ordnen (Matth. 1. Luc. 3), und dass dieselbe Sitte, Listen, nach diesen Zahlen 10 oder 7 anzuordnen, fast bei allen alten Völkern, von China bis Aegypten, ebenso nachweisbar ist[3], so dass es

---

[1] S. meinen Commentar zur Genesis, auch Lenormant orig.[2] I. 194 ff.

[2] Die nach Berosus an einige dieser Königsherrschaften geknüpften Oannes-Offenbarungen (über welche Lenormant orig. [2] I. 580—589 nachzusehen ist) sind nur äusserlich dazu gefügt, und bezeichnen nicht das Wesen dieser Herrschaften.

[3] S. Tuch Comm. zur Gen. [2] S. 97; Ewald Gesch. des Volks Israel [3] I. 375; Lenormant origines [2] I. 224—232.

auch hiefür einer Entlehnung gerade von den Babyloniern durchaus nicht bedurfte. Etwas anderes freilich wäre es, wenn die den Sethitischen Urvätern zugeschriebenen Lebensjahrzahlen eine Abhängigkeit von den bei Berosus überlieferten Zahlen der Herrschaftsjahre aufwiesen. Allein selbst dem Scharfsinn Opperts[1] ist nur gelungen, die Gesammtsumme der Regierungsjahre der zehn Könige von Alorus (Adorus) bis Xisuthros von 120 Saren = 432 000 Jahren mit der Gesammtsumme der Dauer der Periode von Adam bis zur Fluth nach dem massoretischen Text, nämlich 1656 Jahren, in der Weise zusammenzubringen, dass er fand, eine Woche der Juden in dieser Rechnung entspreche fünf Jahren der Chaldäer, und auch diese Reduction ist überkünstlich und ohne erkennbaren Realgrund. Dagegen die Einzelzahlen jener Könige und dieser Urväter sind in dieser Weise nicht reducirbar, und über alle dem ist der massoretische Text in diesen Zahlen wahrscheinlich erst sehr jung[2], so dass auch hier Abhängigkeit des älteren Textes von den Babyloniern in keiner Weise wahrscheinlich wird.

Anscheinend ganz anders steht es endlich mit der Fluthsage. Die hebräische in der Bibel, die babylonische in den Referaten des Berosus und in den keilinschriftlichen Darstellungen[3] ausführlich vorliegend, bietet in Gang und Einzelheiten so viel Ähnliches, dass man hier am ehesten geneigt werden könnte, die These der Assyriologen zu unterschreiben. Die vorausgehende Ankündigung der Fluth an Xisuthros-Noah, der Auftrag, ein Fahrzeug zur Aufnahme der zu rettenden Menschen und Thiere zu bauen, die Befolgung desselben, die Vernichtung alles auf dem Festland Lebenden sind gemeinsame, freilich aus der Natur der Sache sich mit Leichtigkeit ergebende Züge. Speciell werden im babylonischen Bericht wie in der Priesterschrift Maassbestimmungen des Fahrzeugs und die Landung an einem Berge (des Landes Nisir), wie in der Jahvistischen Schrift das Verschliessen der Thüre (aber nicht durch Gott), die Aussendung der Vögel (nach siebentägigen Zwischenräumen), die Opfer nach geschehener Rettung und die Befriedigung der Götter durch die Opfer erwähnt[4]. Aber gegen diese speciellen Berührungen stehen ebenso viele und noch mehr Abweichungen. Abgesehen davon, dass die ganze babylonische

---

[1] Gött. Gel. Nachr. 1877 Nr. 10.

[2] S. Bertheau in den Jahrb. f. deutsche Theologie XXIII. 657 ff.

[3] P. Haupt, der keilinschriftliche Sintfluthbericht 1881 und in dem Excurs zu Schrader's KAT.[2] S. 55 ff.

[4] Die siebentägige Frist bis zum Eintritt der Fluth findet sich in der berichtigten Uebersetzung P. Haupt's nicht, auch nicht das Versprechen, künftig keine Fluth mehr zu schicken, sondern nur der Wunsch, dass Bel die Vergehen der Menschen künftig anders strafen wolle als durch eine Fluth.

Darstellung von krassem Polytheismus durchtränkt ist und die ethische Auffassung[1] sehr stark zurücktritt, ist besonders hervorzuheben, dass der Geretteten viel mehrere sind (nämlich die ganze Sippe des Königs), der König auch sein Gold und Silber, seine Schätze und Habe mit in das Schiff nimmt, Schiffsbau- und Schifffahrts-Kunde vorausgesetzt und der Steuermann des Schiffes nachdrücklich hervorgehoben wird, die Maasse des Schiffs (die auch zwischen Berosus und den keilinschriftlichen Berichten variiren) und noch mehr die Dauer der Fluth[2], endlich auch das Schicksal des Helden nach der Fluth (indem das, was die Bibel von Henoch sagt, hier auf Xisuthros und sein Weib, nach Berosus auch auf seine Tochter und den Steuermann übertragen wird) sehr verschieden bestimmt werden. Darnach sieht doch die biblische Erzählung nicht wie eine Copie der babylonischen aus (auch wenn man in Rechnung nimmt, dass die Babylonier selbst von ihrer Fluthherzählung verschiedene Versionen hatten), sondern beide erscheinen als selbstständige und eigenartige Verarbeitungen der Sache. — Nun kommt aber weiter in Betracht: die ganze Färbung des chaldäischen Berichts ist eine specifisch babylonische. Ein babylonischer König, eine babylonische Stadt (Sippara in der Berosischen, Schurippak[3] in der keilinschriftlichen Recension) spielen darin eine Rolle; obwohl von der Vernichtung alles Lebenden die Rede ist, geht der Gesichtskreis nicht über die babylonische Landschaft hinaus; nach der Fluth kehren die geretteten Menschen (deren viel mehr sind als nach der Bibel) wieder nach Babylonien zurück und richten wieder alles ein, wie es zuvor dort war. Gesetzt nun, es wäre richtig[4], dass Babylonien die ursprüngliche Heimath der Sintfluthsage war, was hätten dann die vielen andern Völker, bei denen sie auch vorkommt, was hätten namentlich die Israeliten (sei es die ältesten, sei es die exilischen) für ein Interesse gehabt, diese rein babylonisch gefärbte und lokal beschränkte Erzählung bei sich aufzunehmen? Nach der Bibel selbst ist ja Babylonien gar nicht die Wiege der ersten Menschen, sondern erst nach der Fluth (Gen. 11, 1 ff.) wandern sie dorthin, und ebenso ist es den vielen andern Völkern, welche eine Fluthsage haben, nicht in den Sinn gekommen, die Menschheit aus Babel abzuleiten; also was sollte sie bewogen haben, eine solche babylonische Überfluthungsgeschichte zu adoptiren? Und andererseits wieder, trotzdem dass bei den Babyloniern die Sage babylonisch

---

[1] Trotz des von Delitzsch Parad. S. 145 f. Behaupteten.

[2] Indem die Zunahme der Fluth nur 7 Nächte und 6 Tage dauert und dann die Abnahme eintritt.

[3] Worüber s. Lenormant orig. [2] I. 393.

[4] Was Delitzsch Parad. S. 116. 84 f. anzunehmen scheint.

auch hiefür einer Entlehnung gerade von den Babyloniern durchaus nicht bedurfte. Etwas anderes freilich wäre es, wenn die den Sethitischen Urvätern zugeschriebenen Lebensjahrzahlen eine Abhängigkeit von den bei Berosus überlieferten Zahlen der Herrschaftsjahre aufwiesen. Allein selbst dem Scharfsinn Opperts[1] ist nur gelungen, die Gesammtsumme der Regierungsjahre der zehn Könige von Alorus (Adorus) bis Xisuthros von 120 Saren = 432 000 Jahren mit der Gesammtsumme der Dauer der Periode von Adam bis zur Fluth nach dem massoretischen Text, nämlich 1656 Jahren, in der Weise zusammenzubringen, dass er fand, eine Woche der Juden in dieser Rechnung entspreche fünf Jahren der Chaldäer, und auch diese Reduction ist überkünstlich und ohne erkennbaren Realgrund. Dagegen die Einzelzahlen jener Könige und dieser Urväter sind in dieser Weise nicht reducirbar, und über alle dem ist der massoretische Text in diesen Zahlen wahrscheinlich erst sehr jung[2], so dass auch hier Abhängigkeit des älteren Textes von den Babyloniern in keiner Weise wahrscheinlich wird.

Anscheinend ganz anders steht es endlich mit der Fluthsage. Die hebräische in der Bibel, die babylonische in den Referaten des Berosus und in den keilinschriftlichen Darstellungen[3] ausführlich vorliegend, bietet in Gang und Einzelheiten so viel Ähnliches, dass man hier am ehesten geneigt werden könnte, die These der Assyriologen zu unterschreiben. Die vorausgehende Ankündigung der Fluth an Xisuthros-Noah, der Auftrag, ein Fahrzeug zur Aufnahme der zu rettenden Menschen und Thiere zu bauen, die Befolgung desselben, die Vernichtung alles auf dem Festland Lebenden sind gemeinsame, freilich aus der Natur der Sache sich mit Leichtigkeit ergebende Züge. Speciell werden im babylonischen Bericht wie in der Priesterschrift Maassbestimmungen des Fahrzeugs und die Landung an einem Berge (des Landes Nisir), wie in der Jahvistischen Schrift das Verschliessen der Thüre (aber nicht durch Gott), die Aussendung der Vögel (nach siebentägigen Zwischenräumen), die Opfer nach geschehener Rettung und die Befriedigung der Götter durch die Opfer erwähnt[4]. Aber gegen diese speciellen Berührungen stehen ebenso viele und noch mehr Abweichungen. Abgesehen davon, dass die ganze babylonische

---

[1] Gött. Gel. Nachr. 1877 Nr. 10.

[2] S. Bertheau in den Jahrb. f. deutsche Theologie XXIII. 657 ff.

[3] P. Haupt, der keilinschriftliche Sintfluthbericht 1881 und in dem Excurs zu Schrader's KAT.[2] S. 55 ff.

[4] Die siebentägige Frist bis zum Eintritt der Fluth findet sich in der berichtigten Uebersetzung P. Haupt's nicht, auch nicht das Versprechen, künftig keine Fluth mehr zu schicken, sondern nur der Wunsch, dass Bel die Vergehen der Menschen künftig anders strafen wolle als durch eine Fluth.

nicht zu denken ist. Ihre Literaturen sind untergegangen, aber wer kann sagen, ob nicht, wenn es gelänge, Schriftdenkmäler von ihnen aus dem Schutte auszugraben, sich auch in ihren Flutherzählungen Übereinstimmungen mit der hebräischen ergeben würden, die ebenso auffallend wären, wie die mit der babylonischen? Mit anderen Worten: daraus, dass uns nur von zwei alten semitischen Völkern eine Literatur übrig geblieben ist und wir nur von diesen beiden schriftliche Erzählungen über die Fluth haben, welche vielfach zusammenstimmen, aber auch vielfach auseinandergehen, folgt noch nicht, dass das eine derselben vom andern entlehnt haben muss, und nicht vielmehr beide gemeinsame, auch bei anderen semitischen Völkern heimische Traditionen wiedergeben.

Ich hoffe, das Vorstehende reicht hin, um den Satz, dass die ganze Urgeschichte der hebräischen Bücher aus Babylonien entlehnt sei, und den noch unhaltbareren, dass der betreffende Theil der Priesterschrift und der Jahveschrift des Pentateuch erst in Babylonien geschrieben sei, zurückzuweisen. Alles, worin die hebräische Urgeschichte sich mit der babylonischen berührt, ist auch Gemeingut vieler anderer Völker. Die hebräische Urgeschichte[1] hat Vieles, woran wohl bei anderen Völkern sehr starke Anklänge gefunden sind, aber gerade bei den Babyloniern bis jetzt nicht. Der betreffende Theil der hebräischen Sagengeschichte schliesst sich ebensowohl oder noch mehr, als an die babylonische, an die phönikische an. Ob nicht die Ursagen der Phöniken, welche vom persischen Meer her gekommen scheinen, einen näheren Zusammenhang mit den chaldäischen hatten, und also indirecte oder vermittelt durch diese auch die hebräischen, das ist wieder eine andere Frage. Jedenfalls ist der jetzt von Vielen auf Grund von Gen. 11, 31 vertheidigte Satz, dass die Hebräer von Unterchaldea her eingewandert seien, mit der angeblichen Übereinstimmung ihrer Ursagen nicht zu stützen, um so weniger, da sonst in der Genesis und im übrigen alten Testament eine andere Überlieferung durchherrscht, wonach sie vielmehr vom nördlichen Mesopotamien herkamen. Und jedenfalls ist es einfach undenkbar, dass erst die Juden im Exil die die Ursagen betreffenden Erzählungsstücke sollten von den Babyloniern angenommen und aufgeschrieben haben. Denkbar wäre nur, dass mit Beziehung auf das, was sie in Babylonien gehört hatten, späte jüdische Bearbeiter an den Erzählungen ihrer vaterländischen Bücher Einzelnes geändert oder (wie z. B. die Episode von den ausgesandten Vögeln Gen. 8, 6—12) eingefügt hätten,

---

[1] Auch anderwärts zeigen sich noch Berührungen mit Vorstellungen, die der indogermanischen Welt ebenso geläufig waren, wie der semitischen z. B. Jj. 3,8. 26, 13.

aber nothwendig ist diese Annahme nicht, und durch anderweitige literarische Gründe wird sie nicht unterstützt. So lange man die Leistungen der unter den Semiten so bedeutend hervorgetretenen alten Aramäer nicht besser kennt, als bis jetzt, insbesondere auch über das einst im vordern Asien weithin herrschende Volk der Cheta's oder Chatti's mit seiner eigenthümlichen Bildung und Schrift nicht mehr weiss, als bis jetzt, gilt es in positiven Aufstellungen über die Zusammenhänge der Kultur der vorderasiatischen Völker die äusserste Vorsicht zu bewahren. Es giebt einen ganzen Kreis von mythologischen Vorstellungen und Sagen, welcher den indogermanischen und semitischen Völkern gemeinsam ist; wie diese Gemeinsamkeit zu erklären ist, ob in vorhistorischen Zeiten und in gewissen Gegenden ein Austausch zwischen ihnen stattgefunden hat, oder ob auch eine gemeinsame Urheimath beider anzunehmen ist, lässt sich zur Zeit noch nicht bestimmen.

Ausgegeben am 4. Mai.

1882.

XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

27. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond.

1. Hr. Weierstrass las: Zur Theorie der elliptischen Functionen. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Derselbe las: Zur Theorie der Jacobi'schen Functionen von mehreren Veränderlichen. Die Mittheilung wird im nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

3. Hr. Kronecker legte eine Mittheilung des Hrn. Jul. Weingarten, Professors an der Kgl. technischen Hochschule, vor: Über die Verschiebbarkeit geodätischer Dreiecke in krummen Flächen. Die Mittheilung folgt unten.

4. Hr. G. Kirchhoff legte eine Mittheilung der HH. E. Warburg und L. von Babo, Professoren in Freiburg i. Br., vor: Über den Zusammenhang zwischen Viscosität und Dichtigkeit bei flüssigen, insbesondere gasförmig flüssigen Körpern. Die Mittheilung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

Zur Theorie der elliptischen Functionen.[1]

Von K. Weierstrass.

I.

Herleitung der Relationen, welche unter den Functionen $\sigma(u\,|\,\omega, \omega')$, $\sigma_1(u\,|\,\omega, \omega')$, $\sigma_2(u\,|\,\omega, \omega')$, $\sigma_3(u\,|\,\omega, \omega')$ und deren partiellen Ableitungen nach u, ω, ω' stattfinden.

Es werde irgend eine dieser Functionen bloss mit σ bezeichnet und

$$\phi = -\frac{\partial^2 \log \sigma}{\partial u^2}$$

gesetzt, so dass für die erste Function

$$\phi = \wp(u)$$

und für σ_λ, wo λ eine der Zahlen 1, 2, 3 bedeutet,

$$\phi = \wp(u + \omega_\lambda)$$

ist. Dann hat man

$$\left(\frac{\partial \phi}{\partial u}\right)^2 = 4\phi^3 - g_2\phi - g_3, \tag{1.}$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial u^2} = 6\phi^2 - \tfrac{1}{2}g_2. \tag{2.}$$

Aus diesen Gleichungen erhält man, wenn man sich der Bezeichnung

$$d'F$$

bedient, um anzudeuten, dass ein die Grössen u, ω, ω' enthaltender Ausdruck in Beziehung auf ω, ω' differentiirt werden solle:

---

[1] In Betreff der in dieser Mittheilung, an die sich noch einige andere anschliessen sollen, gebrauchten Bezeichnungen und als bekannt vorausgesetzten Formeln verweise ich auf die »Formeln und Lehrsätze zum Gebrauche der elliptischen Functionen, nach Vorlesungen und Aufzeichnungen des Prof. K. Weierstrass bearbeitet und herausgegeben von H. A. Schwarz«, eine mit grösster Sorgfalt und Sachkenntniss ausgeführte tabellarische Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse der Theorie der elliptischen Functionen, welche bereits in vielen Exemplaren verbreitet ist und demnächst auch in den Buchhandel kommen wird.

$$2\frac{\partial\phi}{\partial u}\frac{\partial}{\partial u}d'\phi = (12\phi^2 - g_2)\,d'\phi - \phi dg_2 - dg_3$$

$$2\frac{\partial\phi}{\partial u}\frac{\partial}{\partial u}d'\phi - 2\frac{\partial^2\phi}{\partial u^2}d'\phi + \phi dg_2 + dg_3 = 0$$

$$(3.)\qquad 2\frac{\partial^2}{\partial u^2}\left(\frac{d'\phi}{\frac{\partial\phi}{\partial u}}\right) + \frac{\phi dg_2 + dg_3}{\left(\frac{\partial\phi}{\partial u}\right)^2} = 0.$$

Man hat aber

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\frac{\partial\phi}{\partial u}}\right) = -\frac{6\phi^2 - \frac{1}{2}g_2}{\left(\frac{\partial\phi}{\partial u}\right)^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\phi}{\frac{\partial\phi}{\partial u}}\right) = -\tfrac{1}{2} - \frac{g_2\phi + \frac{3}{2}g_3}{\left(\frac{\partial\phi}{\partial u}\right)^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\phi^2}{\frac{\partial\phi}{\partial u}}\right) = \tfrac{1}{2}\phi - \frac{g_2\phi^2 + \frac{3}{2}g_3\phi}{\left(\frac{\partial\phi}{\partial u}\right)^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\phi^2 - \frac{1}{6}g_2}{\frac{\partial\phi}{\partial u}}\right) = \tfrac{1}{2}\phi - \frac{\frac{3}{2}g_3\phi + \frac{1}{12}g_2}{\left(\frac{\partial\phi}{\partial u}\right)^2};$$

wenn man also d_1, d_2 so bestimmt, dass

$$(4.)\qquad dg_2 = -4g_2d_1 - 6g_3d_2,\quad dg_3 = -6g_3d_1 - \tfrac{1}{3}g_2^2d_2$$

ist — was angeht, weil $g_2^3 - 27g_3^2$ nicht gleich Null ist — so lässt sich die Gleichung (2.) in der Form

$$\frac{\partial}{\partial u}\left\{2\frac{d'\phi}{\frac{\partial\phi}{\partial u}} + 2\left(u + \frac{2\phi}{\frac{\partial\phi}{\partial u}}\right)d' + \left(2\frac{\partial\log\sigma}{\partial u} + \frac{4\phi^2 - \frac{2}{3}g_2}{\frac{\partial\phi}{\partial u}}\right)d_2\right\} = 0$$

schreiben. In dieser Gleichung sind alle Glieder des Ausdrucks, auf den sich das Zeichen $\frac{\partial}{\partial u}$ bezieht, ungerade Functionen von u, weil ϕ eine gerade und $\frac{\partial\log\sigma}{\partial u}$ eine ungerade Function derselben Grösse ist; folglich muss dieser Ausdruck, da er von u unabhängig ist, gleich Null sein. Man hat also

$$(5.)\qquad d'\phi + \left(u\frac{\partial\phi}{\partial u} + 2\phi\right)d_1 + \left(\frac{\partial\phi}{\partial u}\frac{\partial\log\sigma}{\partial u} + 2\phi^2 - \tfrac{1}{3}g_2\right)d_2 = 0$$

Nun ist

$$\frac{\partial^2}{\partial u^2}\left(\frac{d'\sigma}{\sigma}\right)=\frac{\partial^2 d'\log\sigma}{\partial u^2}=-d'\phi$$

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{u}{\sigma}\frac{\partial\sigma}{\partial u}\right)=\frac{\partial\log\sigma}{\partial u}-u\phi$$

$$\frac{\partial^2}{\partial u^2}\left(\frac{u}{\sigma}\frac{\partial\sigma}{\partial u}\right)=-u\frac{\partial\phi}{\partial u}-2\phi$$

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\sigma}\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2}\right)=\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial^2\log\sigma}{\partial u^2}+\left(\frac{\partial\log\sigma}{\partial u}\right)^2\right)=-\frac{\partial\phi}{\partial u}-2\phi\frac{\partial\log\sigma}{\partial u}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial u^2}\left(\frac{1}{\sigma}\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2}\right)=2\phi^2-\frac{\partial^2\phi}{\partial u^2}-2\frac{\partial\phi}{\partial u}\frac{\partial\log\sigma}{\partial u}=-4\phi^2=2\frac{\partial\phi}{\partial u}\frac{\partial\sigma}{\partial u}+\tfrac{1}{2}g_2;$$

und es lässt sich also die Gleichung (5) so schreiben:

$$\frac{\partial^2}{\partial u^2}\left\{2\frac{d'\sigma}{\sigma}+2\frac{u}{\sigma}\frac{\partial\sigma}{\partial u}d_1+\left(\frac{1}{\sigma}\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2}+\tfrac{1}{12}g_2u^2\right)d_2\right\}=0$$

In dieser Gleichung sind nun alle Glieder des Ausdrucks, auf den sich das Zeichen $\frac{\partial^2}{\partial u^2}$ bezieht, gerade Functionen von u; folglich muss der Ausdruck einen von u unabhängigen Werth haben. Bezeichnet man diesen mit C, so wird

$$2d'\sigma+2u\frac{\partial\sigma}{\partial u}d_1+\left(\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2}+\tfrac{1}{12}g_2u^2\right)d_2=C\sigma.$$

Nimmt man jetzt

$$\sigma=\sigma(u\,|\,\omega,\omega'),$$

so hat man

$$\sigma=u+u^5\mathfrak{P}(u),$$

und es ergiebt sich, wenn man auf beiden Seiten der vorstehenden Gleichung den Coefficienten von u bestimmt, $C=d_1$.

Nimmt man aber $\sigma=\sigma_\lambda$, so ist

$$\sigma_\lambda=1-\tfrac{1}{2}e_\lambda u^2+u^4\mathfrak{P}_\lambda(u),$$

und man erhält, wenn in der Gleichung $u=0$ setzt, $C=-e_\lambda$. So ergeben sich die folgenden Gleichungen:

$$\text{(A.)}\quad 2d'\sigma+2u\frac{\partial\sigma}{\partial u}-\sigma\;d_1+\left(\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2}+\tfrac{1}{12}g_2u^2\sigma\right)d_2=0$$

$$\text{(B.)}\quad 2d'\sigma_\lambda+2u\frac{\partial\sigma_\lambda}{\partial u}d_1+\quad\frac{\partial^2\sigma_\lambda}{\partial u^2}+(\tfrac{1}{12}g_2u^2+e_\lambda)\sigma_\lambda\;d_2=0,\ (\lambda=1,2,3).$$

Wir haben hier σ, σ_λ als Functionen von u, ω, ω' betrachtet, so dass d_1, d_2 homogen lineare Functionen von $d\omega$, $d\omega'$ sind, welche folgendermaassen bestimmt werden können.

Man setze

$$\frac{\partial\log\sigma}{\partial u}=\psi(u),\quad \frac{\partial\psi(u)}{\partial\omega}=\psi^{(1)}(u),\quad \frac{\partial\psi(u)}{\partial\omega'}=\psi^{(2)}(u),$$

so folgt aus der Gleichung (A.), wenn man dieselbe durch σ dividirt, wodurch sie die Form

$$2d'\log\sigma + 2(u\psi - 1)\,d_1 + (-\phi + \psi^2 + \tfrac{1}{12}g_2u^2)\,d_2 = 0$$

erhält, und dann in Beziehung auf u differentiirt:

$$(6.)\begin{cases}\psi^{(1)}(u)dw + \psi^{(2)}(u)dw' + (\psi(u) - u\phi(u))d_1 - (\phi(u)\psi(u) - \tfrac{1}{12}g_2u)d_2 - \tfrac{1}{2}\dfrac{\partial\phi}{\partial u}d_2 = 0\\ \psi^{(1)}(u)dw + \psi^{(2)}(u)dw' + (d_1 - \phi(u)d_2)\psi(u) + (\tfrac{1}{12}g_2d_2 - d_1\phi(u))u - \tfrac{1}{2}\dfrac{\partial\phi(u)}{\partial u}d_2 = 0\end{cases}$$

Aus den Gleichungen

$$\psi(u + 2\omega) = \psi(u) + 2\eta,\quad \psi(u + 2\omega') = \psi(u) + 2\eta'$$

aber ergiebt sich

$$(7.)\begin{cases}2\dfrac{\partial\psi(u+2\omega)}{\partial u} + \psi^{(1)}(u + 2\omega) = \psi^{(1)}(u) + \dfrac{\partial\eta}{\partial\omega},\ \psi^{(1)}(u+2\omega') = \psi^{(1)}(u) + \dfrac{\partial\eta'}{\partial\omega}\\ 2\dfrac{\partial\psi(u+2\omega')}{\partial u} + \psi^{(2)}(u+2\omega') = \psi^{(2)}(u) + \dfrac{\partial\eta'}{\partial\omega'},\ \psi^{(2)}(u+2\omega) - \psi^{(2)}(u) + \dfrac{\partial\eta}{\partial\omega'},\end{cases}$$

oder

$$(8.)\begin{cases}\psi^{(1)}(u+2\omega) - \psi^{(1)}(u) = \dfrac{\partial\eta}{\partial\omega} + 2\phi(u),\ \psi^{(2)}(u+2\omega) - \psi^{(2)}(u) = \dfrac{\partial\eta'}{\partial\omega}\\ \psi^{(1)}(u+2\omega') - \psi^{(1)}(u) = \dfrac{\partial\eta'}{\partial\omega'},\qquad \psi^{(2)}(u+2\omega') - \psi^{(2)}(u) = \dfrac{\partial\eta'}{\partial\omega'} + 2\phi(u).\end{cases}$$

In der Gleichung (6.) setze man nun $u + 2\omega$, $u + 2\omega'$ für u, und subtrahire sie dann von den so entstehenden neuen Gleichungen, so kommt:

$$d\eta + \phi(u)\,d\omega + \eta(d_1 - \phi(u)d_2) + \omega(\tfrac{1}{12}g_2d_2 - d_1\phi(u)) = 0,$$
$$d\eta' + \phi(u)\,d\omega + \eta'(d_1 - \phi(u)d_2) + \omega'(\tfrac{1}{12}g_2d_2 - \phi(u)\,d_1) = 0.$$

Da $\phi(u)$ jeden Werth haben kann, so folgt hieraus

$$(C.)\begin{cases}d\omega = \eta d_2 + \omega d_1,\quad d\eta = -\tfrac{1}{12}g_2\omega d_2 - \eta d_1\\ d\omega' = \eta' d_2 + \omega' d_1,\quad d\eta' = -\tfrac{1}{12}g_2\omega' d_2 - \eta' d_1.\end{cases}$$

Mit Berücksichtigung der Relation

$$\eta\omega' - \omega\eta' = \frac{\pi}{2}i$$

erhält man sodann

$$(D.)\qquad d_1 = -\frac{2i}{\pi}(\eta' d\omega - \eta d\omega'),\quad d_2 = \frac{2i}{\pi}(\omega' d\omega - \omega d\omega').$$

$$(E.)\begin{cases}d\eta = \dfrac{2i}{\pi}\left[(\eta\eta' - \tfrac{1}{12}g_2\omega\omega')\,d\omega - (\eta^2 + \tfrac{1}{12}g_2\omega^2)\,d\omega')\right]\\ d\eta' = \dfrac{2i}{\pi}\left[-(\eta'^2 + \tfrac{1}{12}g\omega^2)\,d\omega' + (\eta\eta' - \tfrac{1}{12}g^2\omega\omega')\,d\omega'\right]\end{cases}$$

$$(F.)\begin{cases}dg_2 = \dfrac{2i}{\pi}\left[(4g_2\eta' - 6g_3\omega^1)\,d\omega - (4g_2\eta - 6g_3\omega)\,d\omega'\right]\\ dg_3 = \dfrac{2i}{\pi}\left[(6g_3\eta' - \tfrac{1}{3}g_2^2\omega')\,d\omega - (6g_3\eta - \tfrac{1}{3}{}^2\omega)\,d\omega'\right]\end{cases}$$

$$\text{(G.)}\quad \begin{cases} d_1 = \dfrac{-g_2^2 dg_2 + 18 g_3 dg_3}{4(g_2^3 - 27 g_3^2)} = -\frac{1}{12}\dfrac{d(g_2^3 - 27 g_3^2)}{g_2^3 - 27 g_3^2} \\ d_2 = \dfrac{18 g_3 dg_2 - 12 g_2 dg_3}{4(g_2^3 - 27 g_3^2)} \end{cases}$$

Aus der Gleichung

$$4e_1^3 - g_2 e_1 - g_3 = 0$$

ergiebt sich ferner

$$\begin{aligned}(12e_1^2 - g_2)de_1 = e_1 dg_2 + dg_3 &= -(4g_2e_1 + 6g_3)d_1 - (6g_3e_1 + \tfrac{1}{3}g_2^2)d_2 \\ &= -(24e_1^3 - 2g_2e_1)d_1 - (24e_1^4 - 6g_2e_1^2 + \tfrac{1}{3}g_2^2)d_2 \\ &= -2e_1(12e_1^2 - g_2)d_1 - (12e_1^2 - g_2)(2e_1^2 - \tfrac{1}{3}g_2)d_2,\end{aligned}$$

also

$$de_1 = -2e_1d_1 + (\tfrac{1}{3}g_2 - 2e_1^2)d_2;$$

und ebenso

$$\begin{aligned} de_2 &= -2e_2d_1 + (\tfrac{1}{3}g_2 - 2e_2^2)d_2 \\ de_3 &= -2e_3d_1 + (\tfrac{1}{3}g_2 - 2e_2^2)d_2. \end{aligned}$$

Hieraus folgt weiter, da $e_1 + e_2 + e_3 = 0$,

$$\begin{aligned} d(e_1 - e_2) &= -2(e_2 - e_2)(d_1 - e_3 d_2) \\ d(e_1 - e_3) &= -2(e_1 - e_3)(d_1 - e_2 d_2) \\ d(e_1 - e_2)(e_1 - e_3) &= -2(e_1 - e_2)(e_1 - e_3)(2d_1 + e_1 d_3). \end{aligned}$$

Es ist aber, wenn man

(H.) $\varepsilon_1 = (e_1 - e_2)(e_1 - e_3)$, $\varepsilon_2 = (e_2 - e_1)(e_2 - e_3)$, $\varepsilon_3 = (e_3 - e_1)(e_3 - e_2)$,

setzt,

(J.) $g_2 = 4(3e_\lambda^2 - \varepsilon_\lambda)$, $g_3 = 4e_\lambda^3 - g_2 e_\lambda = 4e_\lambda(\varepsilon_\lambda - 2e_\lambda^2)$ $(\lambda = 1, 2, 3)$,

und somit

$$\text{(K.)}\quad \begin{cases} de_\lambda = -2e_\lambda d_1 - (\tfrac{4}{3}\varepsilon_\lambda - 2e_\lambda^2)d_2 = -2e_\lambda(d_1 - e_\lambda d_2) - \tfrac{4}{3}\varepsilon_\lambda d_2 \\ d\varepsilon_\lambda = -4\varepsilon_\lambda d_1 - 2e_\lambda \varepsilon_\lambda d_2 \qquad = -4\varepsilon_\lambda(d_1 - e_\lambda d_2) - 6e_\lambda \varepsilon_\lambda d_2. \end{cases}$$

Die Gleichungen (A, D, E, F) lehren hiernach, dass jede partielle Ableitung der Function σ nach ω und ω' dargestellt werden kann in der Form

$$F_0\sigma + F_1\frac{\partial\sigma}{\partial u} + F_2\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2} + \dots,$$

wo $F_0, F_1, F_2, \dots$ ganze Functionen der Grössen $\omega, \omega', \eta, \eta', g_2, g_3, u$ sind.

Ebenso ergiebt sich aus den Gleichungen (B, D, E, G, H) für jede partielle Ableitung von σ_λ nach ω, ω' ein Ausdruck

$$F_0^{(\lambda)}\sigma + F_1^{(\lambda)}\frac{\partial\sigma_\lambda}{\partial u} + F_2^{(\lambda)}\frac{\partial^2\sigma_\lambda}{\partial u^2} + \dots,$$

in welchem $F_0^{(\lambda)}$, $F_1^{(\lambda)}$, $F_2^{(\lambda)}$, ... ganze Functionen der Grössen ω, ω', η, η', ε_λ, e_λ, u sind.

Es lässt sich aber σ in der Form einer beständig convergirenden Potenzreihe der Grössen u, g_2, g_3 darstellen. Betrachtet man dem-

und es geht die Differentialgleichung (B.) über in die folgende:

$$\text{(E.)}\qquad 2d'S_\lambda + 2u\frac{\partial S_\lambda}{\partial u}(d_1 - e_\lambda d_2) + \left(\frac{\partial^2 S_\lambda}{\partial u^2} + \varepsilon_\lambda u^2 S\right) d_2 = 0.$$

Diese aber zerfällt, da

$$d'S_\lambda = -\left(2e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} + 4\varepsilon_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial \varepsilon_\lambda}\right)(d_1 - e_\lambda d_2) - \left(\tfrac{4}{3}\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} + 6e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial \varepsilon_\lambda}\right)\varepsilon_\lambda d_2$$

ist, in die beiden:

$$\text{(F.)}\qquad \frac{\partial^2 S_\lambda}{\partial u^2} - 8\varepsilon_\lambda\left(\tfrac{1}{3}\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} + \tfrac{3}{2}e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial \varepsilon_\lambda}\right) + \varepsilon_\lambda u^2 S = 0$$

$$\text{(G.)}\qquad u\frac{\partial S_\lambda}{\partial u} - 2e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} - 4\varepsilon_\lambda\frac{\partial S}{\partial \varepsilon_\lambda} = 0.$$

Setzt man

$$S_\lambda = \sum_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}} C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}}\, e_\lambda^{\mathfrak{m}}\,\varepsilon_\lambda^{\mathfrak{n}}\, u^{\mathfrak{r}},$$

so folgt aus (G.), dass

$$\mathfrak{r} - 2\mathfrak{m} - 4\mathfrak{n} = 0$$

sein muss, wenn $A_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}}$ nicht gleich Null ist. Man kann also setzen:

$$\text{(H.)}\quad \sigma_\lambda(u) = e^{-\frac{1}{2}e_\lambda u^2}\cdot\sum_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}} C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}}(12e_\lambda)^{\mathfrak{m}}(2\varepsilon_\lambda)^{\mathfrak{n}}\cdot\frac{u^{2\mathfrak{m}+4\mathfrak{n}}}{(2\mathfrak{m}+4\mathfrak{n})!},\ \text{wo}\ 2\varepsilon_\lambda = 6e_\lambda^2 - \tfrac{1}{2}g_2$$

und erhält aus (F.) zur Bestimmung der Coefficienten $C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}}$ die Recursionsformel:

$$\text{(J.)}\quad C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}} = 16(\mathfrak{m}+1)C_{\mathfrak{m}+1,\mathfrak{n}-1} + \mathfrak{n}C_{\mathfrak{m}-1,\mathfrak{n}} - (\mathfrak{m}+2\mathfrak{n}-1)(2\mathfrak{m}+4\mathfrak{n}-3)C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}-1},$$

wo $C_{\mathfrak{m}+1,-1}$, $C_{-1,\mathfrak{n}}$, $C_{\mathfrak{m},-1}$ gleich Null zu setzen sind, und $C_{0,0} = 1$ ist.

Endlich kann man auch der Function σ die Form

$$\sigma = e^{-\frac{1}{2}e_\lambda u^2}\cdot S^{(\lambda)}$$

geben. Schreibt man die Gleichung (A.) in der Gestalt

$$2d'\sigma + 2u\frac{\partial\sigma}{\partial u}d_1 + \left(\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2} + (\tfrac{1}{12}g_2u^2 + e_\lambda)d_\lambda\right)d_2 - 2\sigma(d_1 - e_\lambda d_2) - 3e_\lambda\sigma d_2 = 0,$$

so ist ersichtlich, dass man zu der Gleichung

$$\text{(K.)}\ 2d'S^{(\lambda)} + 2\left(u\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial u} - S^{(\lambda)}\right)(d_1 - e_\lambda d_2) + \left(\frac{\partial^2 S^{(\lambda)}}{\partial u^2} - 3e_\lambda S_\lambda + \varepsilon_\lambda u^2 S^{(\lambda)}\right)d_2 = 0$$

geführt wird, welche in die beiden nachstehenden zerfällt:

$$\text{(J.)}\qquad \frac{\partial^2 S^{(\lambda)}}{\partial u^2} - 8\varepsilon_\lambda\left(\tfrac{1}{3}\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial e_\lambda} + \tfrac{3}{2}\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial \varepsilon_\lambda}\right) + (-3e_\lambda + \varepsilon_\lambda u^2)S^{(\lambda)} = 0$$

$$\text{(L.)}\qquad u\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial u} - 2\varepsilon_\lambda\frac{dS^{(\lambda)}}{\partial e_\lambda} - 4\varepsilon_\lambda\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial \varepsilon_\lambda} - S^{(\lambda)}.$$

von einander unabhängig sind — was aus den Gleichungen (3) sich ergiebt, weil $(g_2^3 - 27g_3^2)$ nicht gleich Null ist — die beiden nachstehenden partiellen Differentialgleichungen:

$$\text{(A.)} \qquad \frac{\partial^2 \sigma}{du^2} - 12 g_3 \frac{\partial \sigma}{\partial g_2} - \tfrac{2}{3} g_2^2 \frac{\partial \sigma}{\partial g_3} + \tfrac{1}{12} g_2 u^2 \sigma = 0$$

$$\text{(B.)} \qquad u \frac{\partial \sigma}{\partial u} - 4 g_2 \frac{\partial \sigma}{\partial g_2} - 6 g_3 \frac{\partial \sigma}{\partial g_3} - \sigma = 0$$

Setzt man

$$\sigma = \sum_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}} A_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}} g_2^{\mathfrak{m}} g_3^{\mathfrak{n}} u^{\mathfrak{r}}, \qquad (\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r} = 0, 1 \ldots \infty)$$

so lehrt die zweite Gleichung, dass in jedem Gliede der Reihe, dessen Coefficient nicht gleich Null ist,

$$\mathfrak{r} - 4\mathfrak{m} - 6\mathfrak{n} - 1 = 0$$

sein muss. Man kann daher setzen

$$\text{(C.)} \qquad \sigma(u) = \sum a_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}} (\tfrac{1}{2} g_2)^{\mathfrak{m}} (2 g_3)^{\mathfrak{n}} \cdot \frac{u^{4\mathfrak{m}+6\mathfrak{n}+1}}{(4\mathfrak{m}+6\mathfrak{n}+1)!}$$

und erhält zur Bestimmung der Coefficienten $a_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}}$ aus (A.) die Recursionsformel

$$\text{(D.)} \quad a_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}} = 3(\mathfrak{m}+1) a_{\mathfrak{m}+1,\mathfrak{n}-1} + \tfrac{16}{3}(\mathfrak{n}+1) a_{\mathfrak{m}-2,\mathfrak{n}+1} - \tfrac{1}{3}(2\mathfrak{m}+3\mathfrak{n}-1)(4\mathfrak{m}+6\mathfrak{n}-1) a_{\mathfrak{m}-1,\mathfrak{n}}.$$

Bei der Anwendung dieser Formel ist jeder Coefficient, in welchem einer der Indices einen negativen Werth erhält, gleich Null zu setzen. Der Coefficient $a_{0,0}$ ist gleich 1. Betrachtet man als zu einer Gruppe gehörig alle $a_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}}$, für welche die Summe $4\mathfrak{m} + 6\mathfrak{n}$ denselben Werth hat, so lehrt die vorstehende Formel, dass jede Zahl $a_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}}$ einer bestimmten Gruppe aus zwei Zahlen der unmittelbar vorhergenden und einer Zahl der zweitvorhergehenden Gruppe berechnet werden kann.

Die Function σ_λ hat nach dem Vorhergehenden die Form

$$e^{-\frac{e_\lambda u^2}{2}} \cdot S_\lambda,$$

wo $S^{(\lambda)}$ eine Potenzreihe von u, e_λ, ε_λ ist. Dann hat man

$$\sigma d'_\lambda = e^{-\frac{e_\lambda u^2}{2}} \cdot (d' S_\lambda - \tfrac{1}{2} u^2 S_\lambda d e_\lambda)$$

$$= e^{-\frac{e_\lambda u^2}{2}} \left\{ d' S_\lambda + u^2 S_\lambda (e_\lambda (d_1 - e_\lambda d_2) + \tfrac{2}{3} \varepsilon_\lambda d_2) \right\}$$

$$\frac{\partial \sigma_\lambda}{\partial u} = e^{-\frac{e_\lambda u^2}{2}} \left(\frac{\partial S_\lambda}{\partial u} - e_\lambda u S_\lambda \right).$$

$$\frac{\partial^2 \sigma_\lambda}{\partial u^2} = e^{-\frac{e_\lambda u^2}{2}} \left(\frac{\partial^2 S_\lambda}{\partial u^2} - 2 e_\lambda u \frac{\partial S_\lambda}{\partial u} - (e_\lambda - e_\lambda^2 u_2) S \right),$$

und es geht die Differentialgleichung (B.) über in die folgende:

$$\text{(E.)}\qquad 2d'S_\lambda + 2u\frac{\partial S_\lambda}{\partial u}(d_1 - e_\lambda d_2) + \left(\frac{\partial^2 S_\lambda}{\partial u^2} + \varepsilon_\lambda u^2 S\right) d_2 = 0.$$

Diese aber zerfällt, da

$$d'S_\lambda = -\left(2e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} + 4\varepsilon_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial \varepsilon_\lambda}\right)(d_1 - e_\lambda d_2) - \left(\tfrac{4}{3}\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} + 6e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial \varepsilon_\lambda}\right)\varepsilon_\lambda d_2$$

ist, in die beiden:

$$\text{(F.)}\qquad \frac{\partial^2 S_\lambda}{\partial u^2} - 8\varepsilon_\lambda\left(\tfrac{1}{3}\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} + \tfrac{3}{2}e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial \varepsilon_\lambda}\right) + \varepsilon_\lambda u^2 S = 0$$

$$\text{(G.)}\qquad u\frac{\partial S_\lambda}{\partial u} - 2e_\lambda\frac{\partial S_\lambda}{\partial e_\lambda} - 4\varepsilon_\lambda\frac{\partial S}{\partial \varepsilon_\lambda} = 0.$$

Setzt man

$$S_\lambda = \sum_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}} C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}}\, e_\lambda^{\mathfrak{m}}\varepsilon_\lambda^{\mathfrak{n}} u^{\mathfrak{r}},$$

so folgt aus (G.), dass

$$\mathfrak{r} - 2\mathfrak{m} - 4\mathfrak{n} = 0$$

sein muss, wenn $A_{\mathfrak{m},\mathfrak{n},\mathfrak{r}}$ nicht gleich Null ist. Man kann also setzen:

$$\text{(H.)}\qquad \sigma_\lambda(u) = e^{-\frac{1}{2}e_\lambda u^2}\cdot\sum_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}} C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}}(12e_\lambda)^{\mathfrak{m}}(2\varepsilon_\lambda)^{\mathfrak{n}}\cdot\frac{u^{2\mathfrak{m}+4\mathfrak{n}}}{(2\mathfrak{m}+4\mathfrak{n})!},\quad \text{wo } 2\varepsilon_\lambda = 6e_\lambda^2 - \tfrac{1}{2}g_2$$

und erhält aus (F.) zur Bestimmung der Coefficienten $C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}}$ die Recursionsformel:

$$\text{(J.)}\qquad C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}} = 16(\mathfrak{m}+1)C_{\mathfrak{m}+1,\mathfrak{n}-1} + \mathfrak{n}C_{\mathfrak{m}-1,\mathfrak{n}} - (\mathfrak{m}+2\mathfrak{n}-1)(2\mathfrak{m}+4\mathfrak{n}-3)C_{\mathfrak{m},\mathfrak{n}-1},$$

wo $C_{\mathfrak{m}+1,-1}$, $C_{-1,\mathfrak{n}}$, $C_{\mathfrak{m},-1}$ gleich Null zu setzen sind, und $C_{0,0} = 1$ ist.

Endlich kann man auch der Function σ die Form

$$\sigma = e^{-\frac{1}{2}e_\lambda u^2}\cdot S^{(\lambda)}$$

geben. Schreibt man die Gleichung (A.) in der Gestalt

$$2d'\sigma + 2u\frac{\partial\sigma}{\partial u}d_1 + \left(\frac{\partial^2\sigma}{\partial u^2} + (\tfrac{1}{12}g_2u^2 + e_\lambda)d_\lambda\right)d_2 - 2\sigma(d_1 - e_\lambda d_2) - 3e_\lambda\sigma d_2 = 0,$$

so ist ersichtlich, dass man zu der Gleichung

$$\text{(K.)}\qquad 2d'S^{(\lambda)} + 2\left(u\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial u} - S^{(\lambda)}\right)(d_1 - e_\lambda d_2) + \left(\frac{\partial^2 S^{(\lambda)}}{\partial u^2} - 3e_\lambda S_\lambda + \varepsilon_\lambda u^2 S^{(\lambda)}\right)d_2 = 0$$

geführt wird, welche in die beiden nachstehenden zerfällt:

$$\text{(J.)}\qquad \frac{\partial^2 S^{(\lambda)}}{\partial u^2} - 8\varepsilon_\lambda\left(\tfrac{1}{3}\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial e_\lambda} + \tfrac{3}{2}\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial \varepsilon_\lambda}\right) + (-3e_\lambda + \varepsilon_\lambda u^2)S^{(\lambda)} = 0$$

$$\text{(L.)}\qquad u\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial u} - 2\varepsilon_\lambda\frac{dS^{(\lambda)}}{\partial e_\lambda} - 4\varepsilon_\lambda\frac{\partial S^{(\lambda)}}{\partial \varepsilon_\lambda} - S^{(\lambda)}.$$

Man kann also setzen:

$$(\text{M.})\quad \sigma(u) = e^{\frac{1}{2}e_\lambda u^2} \sum_{m,n} b_{m,n} (3e_\lambda)^m (2\varepsilon_\lambda)^n \frac{u^{2m+4n+1}}{(2m+4n+1)!}, \text{ wo } 2\varepsilon_\lambda = 6e_\lambda^2 - \tfrac{1}{2}g_2,$$

und erhält aus (J.) zur Bestimmung der Coefficienten $b_{m,n}$ die Recursionsformel:

$$(\text{N.})\quad b_{m,n} = 4(m+1)b_{m+1,n-1} + (4m+1)b_{m-1,n} - (m+2n-1)(2m+4n-1)b_{m,n-1}.$$

Hier ist $b_{0,0} = 1$, und $b_{m+1,-1} = 0$, $b_{-1,n} = 0$, $b_{m,-1} = 0$.

Aus den Gleichungen (J. N.) ist unmittelbar ersichtlich, dass die Coefficienten $b_{m,n}$ und $c_{m,n}$ sämmtlich ganze Zahlen sind. Aber auch die $a_{m,n}$ sind alle ganze Zahlen. Denn aus der Gleichung (M.) ergiebt sich, dass, wenn man

$$\sigma(u) = \sum_{r=0}^{\infty} C_r \frac{u^{2r+1}}{(2r+1)!}$$

setzt, C_r für jeden Werth von r eine ganze Function von $\frac{g_2}{2}$ und $\frac{e_\lambda}{2}$ mit ganzzahligen Coefficienten ist. Schafft man aus C_r alle Potenzen von e_λ, deren Exponent > 2 ist, mittels der Gleichung

$$e_\lambda^3 = \tfrac{1}{4}g_2 e_\lambda + \tfrac{1}{4}g_3$$

fort, so müssen in dem so umgeformten Ausdruck von C_r, da derselbe für $\lambda = 1, 2, 3$ denselben Werth hat, die mit e_λ und e_λ^2 multiplicirten Glieder fortfallen: er reducirt sich also auf eine ganze Function von g_2, g_3, deren Coefficienten Brüche sind, die zu Nennern Potenzen von 2 haben. Die $a_{m,n}$ könnten also, wenn sie Brüche wären, ebenfalls nur Potenzen von 2 zu Nennern haben; dies ist aber nach der Recursionsformel (D.) nicht der Fall.

Die Werthe der Zahlen $a_{m,n}$, für die $4m + 6n + 1 \leqq 35$ ist, finden sich in den oben erwähnten »Formeln und Sätzen zum Gebrauche der elliptischen Functionen« S. 7; die Werthe der Zahlen $b_{m,n}$, $c_{m,n}$ bis zu einer gewissen Grenze hin werden später gegeben werden.

Denkt man auf einer krummen Oberfläche ein aus kürzesten Linien gebildetes Dreieck mit den unendlich kleinen Seiten *a, b, c* und den ihnen gegenüber liegenden Winkeln *A, B, C,* so lassen sich deren Unterschiede von den Winkeln A^*, B^*, C^* eines ebenen Dreicks, welches dieselben Seiten wie das gedachte besitzt, durch die von Gauss gegebenen Formeln

$$A - A^* = \tfrac{1}{12}\sigma^* (2\alpha + \beta + \gamma)$$
$$B - B^* = \tfrac{1}{12}\sigma^* (\alpha + 2\beta + \gamma)$$
$$C - C^* = \tfrac{1}{12}\sigma^* (\alpha + \beta + 2\gamma),$$

bis auf Grössen von der vierten Ordnung der Seiten genau darstellen, in welchen Formeln σ^* die Fläche des ebenen Dreiecks, und α β γ die Krümmungsmaasse der krummen Fläche in den Eckpunkten des auf ihr gelegenen Dreiecks angeben.

Befindet sich auf derselben Fläche irgend wo ein zweites unendlich kleines Dreieck, mit denselben Seiten und Winkeln wie das zuerst gedachte, und bezeichnen α', β', γ' die Krümmungsmaasse in den Eckpunkten dieses zweiten Dreiecks, so ist wiederum

$$A - A^* = \tfrac{1}{12}\sigma^* (2\alpha' + \beta' + \gamma')$$
$$B - B^* = \tfrac{1}{12}\sigma^* (\alpha' + 2\beta' + \gamma')$$
$$C - C^* = \tfrac{1}{12}\sigma^* (\alpha' + \beta' + 2\gamma'),$$

aus welchen Gleichungen, in Verbindung mit den vorhergehenden

$$\alpha = \alpha' \qquad \beta = \beta' \qquad \gamma = \gamma'$$

folgt.

Aus dieser Bemerkung fliessen sofort die folgenden zwei Sätze:

I. Ist ein unendlich kleines Dreieck ohne Änderung seiner Seiten und Winkel in einer Fläche stetig verschieblich, so durchlaufen bei einer Verschiebung desselben die Eckpunkte Curven von unverändertem Krümmungsmaass.

II. Ist ein unendlich kleines Dreieck ohne Änderung seiner Seiten und Winkel in einer Fläche derart stetig verschieblich, dass einer der Eckpunkte desselben eine willkürlich in die Fläche gelegte Curve durchlaufen kann, so ist die Fläche selbst eine Fläche von constantem Krümmungsmaass.

Der zweite dieser Sätze kommt zur Geltung für alle Flächen, welche sowohl der dritten als auch der vierten der von Christoffel angegebenen Flächengattungen angehören, und fallen daher beide Gattungen in die eine der Flächen constanten Krümmungsmaasses zusammen.

Der erste Satz giebt Auskunft über den Inhalt der zweiten Flächengattung der Christoffel'schen Eintheilung. Unter der Voraussetzung nämlich seiner Gültigkeit für jedes in einer Fläche gelegene unendlich

Über die Verschiebbarkeit geodätischer Dreiecke in krummen Flächen.

Von Jul. Weingarten.

Die Frage nach den Bedingungen, unter denen jedes aus kürzesten Linien gebildete Dreieck einer Fläche in derselben ohne Änderung seiner Elemente stetig verschiebbar ist, ist zuerst von Christoffel besprochen worden, im Anschlusse an die von ihm in den Abhandlungen der Kgl. Akademie der Wissenschaften des Jahres 1868 niedergelegten Fundamente einer allgemeinen Theorie der endlichen, in einer beliebigen Fläche gelegenen Dreiecke.

Man findet dort diese Bedingungen zurückgeführt auf die Bedingung des Verschwindens einer dreizeiligen Determinante, und demgemäss eine Eintheilung der Gesammtheit aller Flächen in vier Classen, welche sich geometrisch durch die geringere oder grössere Beweglichkeit ihrer geodätischen Dreiecke unterscheiden.

Bei der weiteren Verfolgung dieses Weges, der von der Theorie der endlichen Dreiecke seinen Ausgang nimmt, erscheint der Inhalt dieser Classen nicht leicht zugänglich, wie unter Anderem die kürzlich erschienene Ankündigung einer Abhandlung des Herrn Dr. H. v. Mangoldt über diesen Gegenstand erweist. Er wird aber ohne Weiteres offen gelegt, wenn man bemerkt, dass die Verschiebbarkeit aller in einer Fläche denkbaren Dreiecke auch die Verschiebbarkeit der Dreiecke von unendlich kleinen Dimensionen zur Folge hat, und dass daher die Bedingungen der Verschiebbarkeit der unendlich kleinen Dreiecke einer Fläche **nothwendige** Bedingungen der Verschiebbarkeit aller ihrer endlichen Dreiecke darstellen werden. Diese nothwendigen Bedingungen erweisen sich als ausreichende.

Die von Gauss gegebene Theorie der unendlich kleinen geodätischen Dreiecke jeder Fläche reicht daher hin, die von Christoffel in seiner schönen Abhandlung zuerst angeregte Frage zu erledigen, wie ich ihm selbst schon vor zwölf Jahren im Gespräche, und zwar in nachstehender Form, mitgetheilt habe.

Fasst man die Punkte einer solchen Fläche als die Durchschnitte zweier Curvenschaaren auf, deren eine aus den Linien gleichen Krümmungsmaasses und deren andere aus den orthogonalen Trajectorien dieser Linien besteht, so hat das Quadrat des Linienelementes der Fläche die Form $Edk^2 + G dq^2$ und die Biegungsinvarianten h und h_1 werden

$$\left(h = \frac{1}{E}, \quad h_1 = \frac{1}{\sqrt{EG}} \cdot \frac{\partial \sqrt{\frac{G}{E}}}{dk}\right)$$

welche selbst, ebenso wie ihr Quotient

$$\frac{h_1}{h} = \frac{\partial \, ln \sqrt{\frac{G}{E}}}{dk}$$

nur Functionen der Veränderlichen k sein dürfen. Die letztere Gleichung lehrt, dass $\sqrt{G}$ das Product einer Function von k in eine Function der zweiten Variablen q sein muss, und dass daher das Quadrat des Linienelements einer in sich selbst verschiebbaren Fläche in die Form

$$\frac{dk^2}{h} + \phi(k)^2 \, \psi(q)^2 \, dq^2$$

gebracht werden kann. Durch die Substitution von $r = \int h^{-\frac{1}{2}} dk$ $t = \int \psi(q) \, dq$ geht diese Form in diejenige des Quadrats des Linienelements einer auf eine Rotationsfläche von nicht constantem Krümmungsmaass abwickelbaren Oberfläche über, nämlich in

$$dr^2 + F(r) \, dt^2.$$

Die von Ed. Bour bemerkte Abwickelbarkeit aller Schraubenflächen auf Rotationsflächen stellt einen besonderen Fall des eben bewiesenen Satzes dar.

Man kann nunmehr, im Anschluss an die Hrn. Christoffel verdankten Entwickelungen, die nachstehenden Theoreme aussprechen.

a. Wenn zwischen den Seiten und Winkeln der aus kürzesten Linien gebildeten Dreiecke einer Oberfläche eine einzige von den Lagen der Eckpunkte unabhängige Gleichung besteht, so ist diese Oberfläche eine auf eine Rotationsfläche von nicht constanter Krümmung abwickelbare.

b. Wenn zwischen den Seiten und Winkeln der aus kürzesten Linien gebildeten Dreiecke einer Oberfläche drei von den Lagen der Eckpunkte unabhängige Gleichungen bestehen, so ist diese Fläche eine Fläche constanter Krümmung.

Der Fall des alleinigen Bestehens zweier Gleichungen zwischen den Seiten und Winkeln der geodätischen Dreiecke tritt für keine Fläche ein.

kleine Dreieck, ist ein endliches in unendlich kleine Dreiecke zerlegtes Flächenstück der Fläche in ihr selbst stetig verschieblich, und daher diese Fläche in sich ohne Dehnung ihrer Elemente verschiebbar. Alsdann gehört diese Fläche in die Classe der auf eine Rotationsfläche von nicht constantem Krümmungsmaass abwickelbaren Oberflächen.

Der Beweis dieser Behauptung lässt sich leicht mit Hülfe einer Gattung von Functionen führen, von denen ich in einer Abhandlung über die Reduction der Winkel geodätischer Dreiecke (Astronomische Nachrichten No. 1733 Januar 1869) Gebrauch gemacht habe, welche die Eigenschaft haben, Werthe darzustellen, die in jedem Punkte einer Fläche bei der Abwickelung derselben unverändert bleiben, und die ich dieser Eigenschaft wegen auf Vorschlag des Hrn. Weierstrass mit dem Namen Biegungsinvarianten[1] bezeichnet habe.

Ist

$$Edp^2 + 2Fdpdq + Gdq^2$$

das Quadrat des Linienelements einer Fläche, und bezeichnet k das Krümmungsmaass derselben im Punkte (p, q) so sind die von Hrn. Beltrami mit dem Namen Differentialparameter erster und zweiter Ordnung bezeichneten Formen

$$h = \frac{E\left(\frac{\partial k}{\partial q}\right)^2 - 2F\left(\frac{\partial k}{\partial p}\right)\left(\frac{\partial k}{\partial q}\right) + G\left(\frac{\partial k}{\partial p}\right)^2}{EG - F^2}$$

$$h_1 = \frac{1}{\sqrt{EG-F^2}}\left[\frac{\partial \dfrac{G\frac{\partial k}{\partial p} - F\frac{\partial k}{\partial q}}{\sqrt{EG-F^2}}}{\partial p} + \frac{\partial \dfrac{E\frac{\partial k}{\partial q} - F\frac{\partial k}{\partial p}}{\sqrt{EG-F^2}}}{dq}\right],$$

unter Anderen, Biegungsinvarianten dieser Fläche.

Wenn eine Fläche in sich selbst ohne Dehnung der kleinsten Theile verschiebbar ist, so muss jeder bewegte Punkt der in Verschiebung begriffenen Fläche auf dem festgedachten Urbild derselben eine Curve beschreiben, für deren Punkte jede Biegungsinvariante der Fläche den nämlichen Werth behält. Denn für den bewegten Punkt bleibt bei der Abwickelung der in ihm vorhandene Werth einer Biegungsinvariante bestehen, und kann dieser Punkt nur mit Punkten des Urbildes sich decken, in denen der nämliche Werth der Biegungsinvariante besteht.

Für alle in sich selbst verschiebbaren Flächen sind daher sämmtliche Biegungsinvarianten mit einer von ihnen gleichzeitig constant, und daher nur Functionen der Biegungsinvariante k, vorausgesetzt dass k nicht selbst eine Constante ist.

[1] Wissenschaftliche Begründung der Rechnungsmethoden des Centralbureaus der Europäischen Gradmessung. 1870. G. Reimer.

Behufe müssen indess zuvor einige mit der Numerirung der Insertionen zusammenhängende Fragen erledigt werden.

1. Numerirungsprincipien.

Es sei in Fig. 1 ein spiraliges Stellungsverhältniss dargestellt, in welchem sich zwei Zeilensysteme, deren Coordinationszahlen die relativen Primzahlen a und b seien, unter einem Winkel ϕ kreuzen. Die Insertion 0 ist durch die Punkte A und B bezeichnet. Ist $a < b$, und steigen die a^{r} Zeilen von links nach rechts aufwärts, so giebt es also in dieser Richtung weniger Zeilen als in der entgegengesetzten, in welcher die b^{r} Zeilen sich erheben. Steigt man in den beiden durch die Insertion 0 gehenden Zeilen aufwärts bis zum ersten gemeinsamen Kreuzungspunkte C, so muss in demselben diejenige Insertion liegen, welche bei einer fortlaufenden Numerirung der auf der Grundspirale auf einander folgenden Insertionen die Nummer $a \cdot b$ erhält.[1] Im Punkte F liege die Insertion 1. Die beiden Paare gegenläufiger Parastichen, welche durch die Insertionen 0 und 1 gehen, schneiden sich oberhalb zum ersten Mal in G und H. Es sei x die Zahl der Schritte, die man beim Aufsteigen von A bis G zu machen hat, y die Schrittzahl zwischen F und G, ξ die entsprechende zwischen B und H, und η diejenige zwischen F und H: so werden die Nummern der in den Punkten G und H gelegenen Insertionen durch die Gleichungen bestimmt:

$$x \cdot a = y \cdot b + 1 \qquad (1)$$

$$\xi \cdot b = \eta \cdot a + 1 \qquad (2)$$

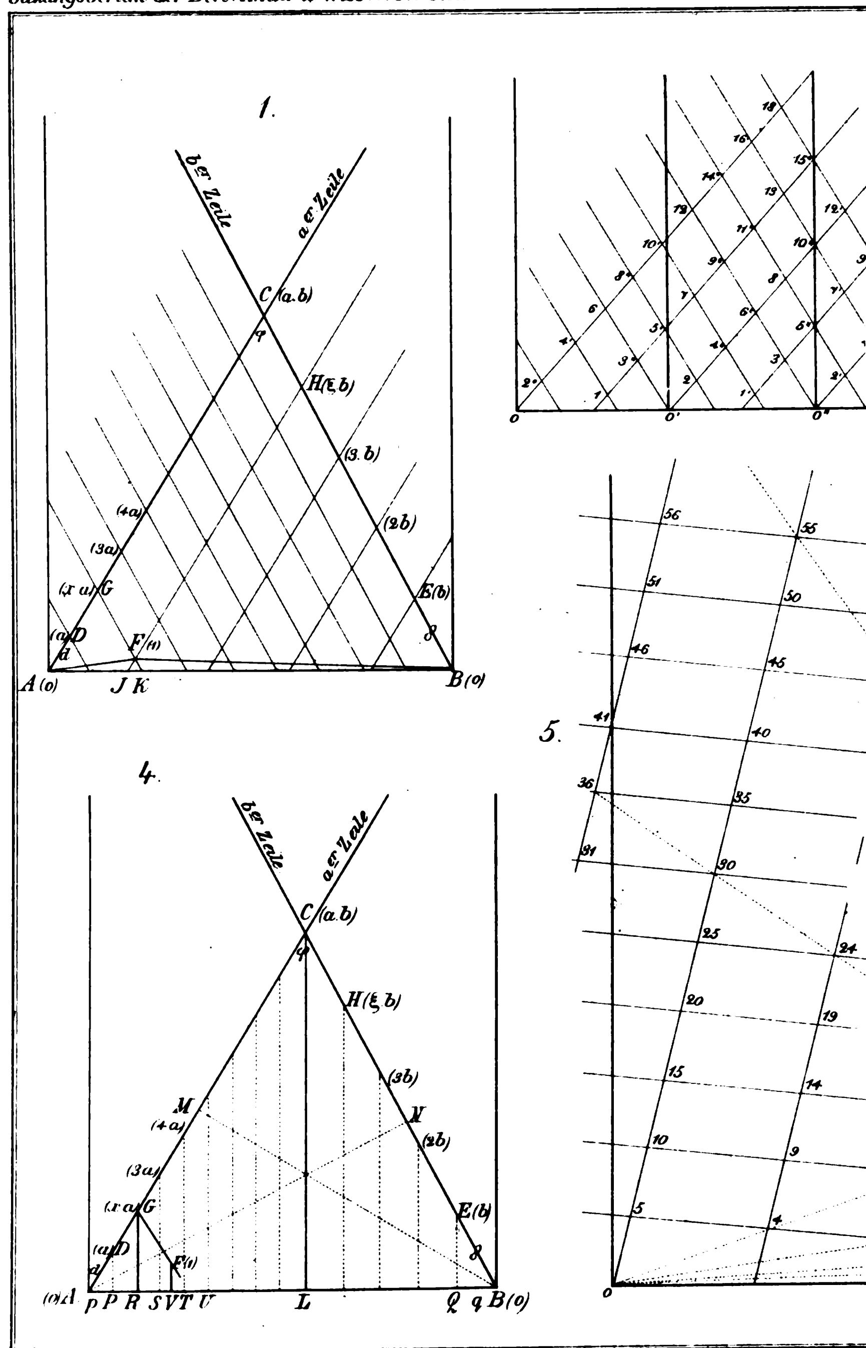
Die Wurzeln dieser Gleichungen werden nach der Theorie der diophantischen Gleichungen auf folgende Weise bestimmt:

Man verwandle den Bruch $\frac{a}{b}$ in einen Kettenbruch und bestimme den vorletzten Näherungswerth $\frac{\alpha}{\beta}$.[2]

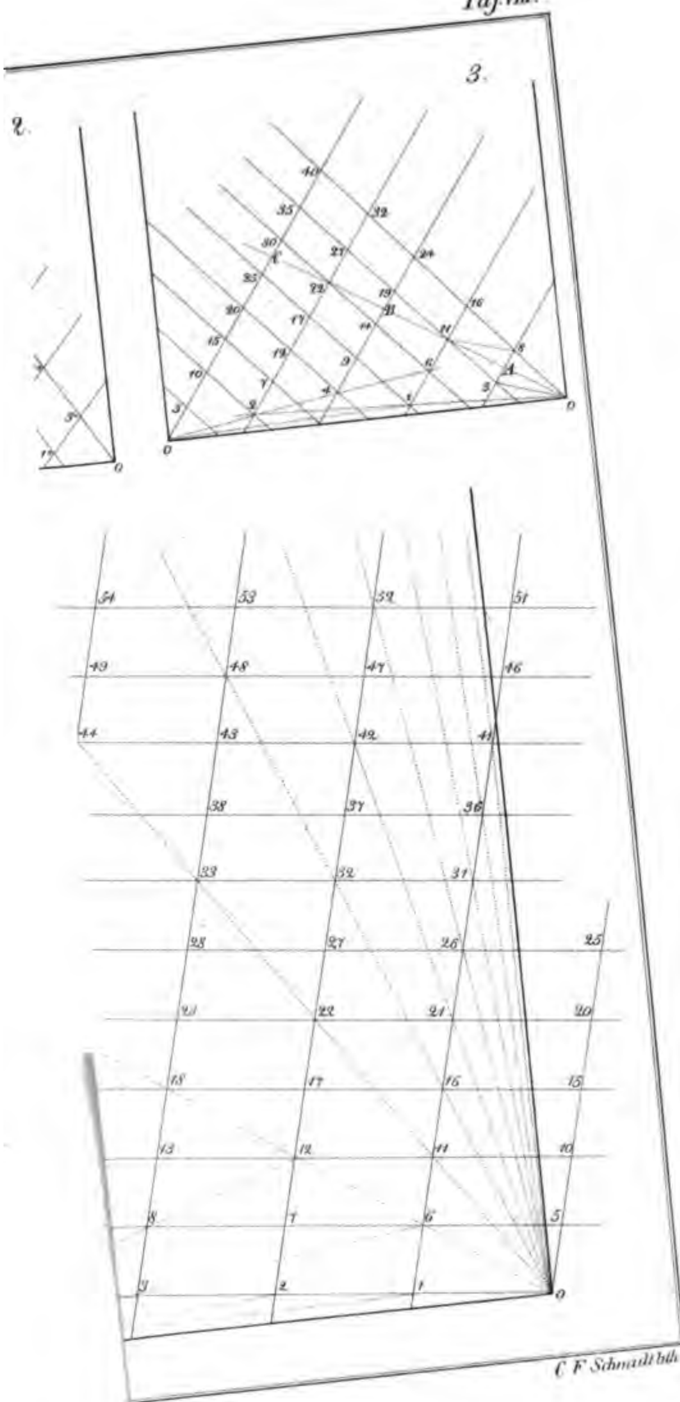
---

[1] Stellt das gegebene Stellungsverhältniss gedrehte q-blättrige Wirtel dar, enthalten also die Coordinationszahlen a und b den grössten gemeinsamen Factor q, so giebt es bekanntlich q solche Längssegmente der Cylinderfläche, in deren jeder ein und dasselbe spiralige Stellungsverhältniss besteht. Die für diese spiraligen Anordnungen geltenden Ordnungszahlen der Parastichen sind $\frac{a}{q}$ und $\frac{b}{q}$; der Punkt C erhält demnach die Nummer $\frac{a}{q} \cdot \frac{b}{q}$ $\left(\text{in Fig. 2 z. B. } \frac{6}{3} \cdot \frac{9}{3} = 6\right)$. Setzt man $\frac{a}{q} = a'$ und $\frac{b}{q} = b'$, so gelten in jedem Längssegmente die nämlichen Gesetze für a' und b', wie bei einer einfachen spiraligen Anordnung für a und b, bedürfen also keiner besonderen Untersuchung.

[2] Für den Fall, dass $a = 1$ ist, kann man den Bruch $\frac{a}{b} = \frac{1}{b}$ als Kettenbruch


1.
4.
5.
b ter Zeile
a ter Zeile
C (a.b)
H (ξ b)
(3.b)
(2b)
E (b)
(4a)
(3a)
(x a) G
(a) D
F (1)
A (o)
J K
B (o)
M
N
(3b)
p P R S V T U
L
Q q B (o)

Kerber.



ʼrobleme.

Die sämmtlichen möglichen ganzzahligen Werthe für die Variablen in (1) und (2) werden dann durch folgende Gleichungen bestimmt:

$$x = \mp \beta + b \cdot m$$
$$y = \mp \alpha + a \cdot m$$
$$\xi = \pm \alpha + a \cdot m$$
$$\eta = \pm \beta + b \cdot m.$$

In diesen vier Gleichungen kann m jeden beliebigen ganzzahligen Werth annehmen, und es ist vor α und β das obere oder untere Vorzeichen zu setzen, je nachdem $\frac{a}{b}$ einen paarigen oder unpaarigen Näherungswerth bezeichnet.

Aus den sämmtlichen möglichen Wurzelwerthen dieser vier Gleichungen hat man nun die kleinstmöglichen (positiven) auszuwählen. Setzt man daher in jenen Gleichungen je nach Bedürfniss $m = 0$ oder $= 1$, so nehmen sie folgende Gestalt an:

$$x = b - \beta \text{ oder } = \beta \quad (3)$$
$$y = a - \alpha \text{ oder } = \alpha \quad (4)$$
$$\xi = \alpha \text{ oder } = a - \alpha \quad (5)$$
$$\eta = \beta \text{ oder } = b - \beta \quad (6)$$

In diesen Gleichungen ist der erste oder zweite Werth zu wählen, je nachdem $\frac{a}{b}$ einen paarigen oder unpaarigen Näherungswerth bezeichnet.

Aus diesen Werthen für die Schrittzahlen in den a^{er} und b^{er} Zeilen wollen wir nun, um Zweideutigkeiten auszuschliessen, diejenigen auswählen, welche der Grunddivergenz (0.1) des kurzen Weges entsprechen. Zu diesem Zweck müssen wir bestimmen, in welchem Falle die Grundspirale im Sinne der a^{er}, und in welchem Falle im Sinne der b^{er} Zeilen verläuft.[1]

Bezeichnen J und K (Fig. 1) die Durchschnittspunkte der durch die Insertion 1 gehenden Parastichen mit der Horizontalen AB, so

---

so schreiben: $\cfrac{1}{0 + \cfrac{1}{0 + \cfrac{1}{b}}}$. Der erste Partialwerth dieses Kettenbruchs ist $\frac{1}{0} = \infty$, der zweite $\frac{0}{1} = 0$, der dritte $\frac{b \cdot 0 + 1}{b \cdot 1 + 0} = \frac{1}{b}$. Dann ist $\alpha = 0$, $\beta = 1$, und $\frac{1}{b}$ stets ein unpaariger Näherungswerth.

[1] Vgl. M. C. de Candolle, Considérations sur l'étude de la phyllotaxie, Genève, Bâle, Lyon 1881, p. 70.

muss die Divergenz des kurzen Wegs auf der Grundspirale bezeichnet werden durch die Linie AF, falls K näher an A als an B liegt, und durch die Linie BF, falls J näher an B als an A liegt. Je nachdem also $\frac{AK}{AB}$ oder $\frac{BJ}{AB} < \frac{1}{2}$ ist, verläuft die Grundspirale gleichsinnig mit den a^{er} oder b^{er} Zeilen. Nun folgt aus der Ähnlichkeit der betreffenden Dreiecke unter Berücksichtigung von (3) und (5):

$$\frac{AK}{AB} = \frac{AG}{AC} = \frac{x \cdot d}{b \cdot d} = \frac{x}{b} = \begin{cases} \frac{b-\beta}{b} \text{ oder} \\ = \frac{\beta}{b} \end{cases}$$

$$\frac{BJ}{AB} = \frac{BH}{BC} = \frac{\xi \cdot \delta}{a \cdot \delta} = \frac{\xi}{a} = \begin{cases} \frac{\alpha}{a} \text{ oder} \\ = \frac{a-\alpha}{a}. \end{cases}$$

Hierin bezeichnen d und δ die Insertionsabstände AD und BE auf den a^{er} und b^{er} Zeilen, und es sind die oberen oder unteren Werthe zu setzen, je nachdem $\frac{a}{b}$ einen paarigen oder unpaarigen Näherungswerth darstellt. Bezeichnet man mit n den letzten Partialquotienten des Kettenbruchs $\frac{a}{b}$ und mit $\frac{\alpha'}{\beta'}$ den drittletzten Näherungswerth, so ist:

$$a = n\alpha + \alpha' \text{ und } b = n\beta + \beta'.$$

Da $n > 1$ sein muss, so ist $a > 2\alpha$ und $b > 2\beta$, also $\frac{\alpha}{a} < \frac{1}{2}$ und ebenso $\frac{\beta}{b} < \frac{1}{2}$.

Demnach lässt sich folgender Satz aufstellen: Die Grundspirale verläuft im Sinne der a^{er} oder b^{er} Zeilen, je nachdem $\frac{a}{b}$ einen unpaarigen oder paarigen Näherungswerth bezeichnet.

Im ersten Falle dienen also die zweiten Werthe von x und y in den Gleichungen (3) und (4), im letzteren die ersten von ξ und η in (5) und (6) zur Berechnung der Nummer derjenigen Insertion (G oder H), über welche der kürzere Weg führt, um in zwei gegenläufigen Zeilen von der Insertion 0 nach 1 zu gelangen.

Dies Ergebniss führt zu der allgemeinen Regel:

Bezeichnet a die kleinere und b die grössere Coordinationszahl der Schrägzeilen eines spiraligen Stellungsverhältnisses, so betragen die Schrittzahlen in denjenigen

Parastichen, auf welchen der kürzere Weg führt, um in zwei correspondirenden Zeilen von der Insertion 0 nach 1 zu gelangen, so viel für die a^{er} Zeile, als der Nenner, und so viel für die b^{er} Zeile, als der Zähler des vorletzten Näherungswerths von $\frac{a}{b}$ angiebt, gleichviel ob die Grundspirale im Sinne der a^{er} oder b^{er} Zeilen verläuft.

Die beiden möglichen Fälle sind in den Figuren 1 und 3 veranschaulicht. In Fig. 1 kreuzen sich 5er und 9er Zeilen. Die Grundspirale verläuft also gleichsinnig mit den a^{er} Zeilen. Der vorletzte Näherungswerth von $\frac{5}{9}$ ist $\frac{1}{2}$. Die Schrittzahl in der a^{er} Zeile beträgt daher 2, in der b^{er} Zeile 1, um auf dem kürzeren Wege AGF von 0 nach 1 zu gelangen. In Fig. 3 kreuzen sich 5er und 8er Zeilen, so dass die Grundspirale in der Richtung der b^{er} Zeilen verläuft. Der vorletzte Näherungswerth von $\frac{5}{8}$ ist $\frac{2}{3}$. Die correspondirenden Schrittzahlen betragen daher 3 in der a^{er}, 2 in der b^{er} Zeile, um auf dem kürzeren Wege 0·8·16·11·6·1 von 0 nach 1 zu gelangen.

2. Trigonometrische Berechnung der Grunddivergenz.

Wir sind hiermit in den Besitz sämmtlicher Daten gelangt, um die Divergenz eines Stellungsverhältnisses aus den Ordnungszahlen a und b, den Insertionsabständen d und δ und dem Öffnungswinkel ϕ zweier correspondirender Parastichen abzuleiten.

In Fig. 4 ist dieselbe Gruppirung der Insertionen auf den beiden correspondirenden Zeilen AC und BC und die gleiche Lage der Insertion 1 (F) unter Beibehaltung aller Bezeichnungen dargestellt, wie in Fig. 1. Projicirt man nun die sämmtlichen in diesen beiden Zeilen gelegenen Insertionen $(D, G \ldots\ldots C, H, \ldots E)$ auf die Horizontale AB, und bezeichnet L die Projektion des Punktes C, so wird AL durch die Projektionen der b auf AC gelegenen Insertionen in b gleiche Theile $p = AP = PR = RS = ST = TU$ u. s. f. getheilt, und BL durch die Projektionen der a auf BC liegenden Insertionen in a gleiche Theile $q = BQ$ u. s. f. Es ist demnach die Horizontale:

$$AB = b \cdot p + a \cdot q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Bezeichnet ferner V die Projektion der Insertion 1 (F) auf AB, und R diejenige der Insertion $x \cdot a$ (G), so ist nach dem zweiten im vorigen Kapitel angegebenen Gesetze $AR = \beta \cdot p$, und $RV = \alpha \cdot q$, demnach: $AV = \beta \cdot p + \alpha \cdot q$.

Dividirt man diese Gleichung durch den Ausdruck (7), und setzt man das Verhältniss $\frac{AV}{AB}$, welches die Grunddivergenz des gegebenen Stellungsverhältnisses bezeichnet, $= g$, so ist:

$$g = \frac{\beta p + \alpha q}{bp + aq} \dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (8)$$

In diesem Ausdruck für die Divergenz des gegebenen Stellungsverhältnisses lassen sich die Werthe für die Projectionen p und q der Insertionsabstände d und δ auf folgende Weise durch die praktisch leichter messbaren und auch in theoretischer Hinsicht vorzuziehenden Werthe d, δ und ϕ ersetzen.

Man projicire AC und BC auf einander, so ist CM, die Projection von BC, durch die Gleichung bestimmt: $CM = a\delta \cdot \cos\phi$, mithin ist $AM = bd - a\delta \cos\phi$. Ebenso ist:

$$BN = a\delta - bd \cos\phi.$$

Nun folgt aus der Ähnlichkeit der betreffenden Dreiecke:

$$\frac{p}{d} = \frac{AM}{AB} \text{ und } \frac{q}{\delta} = \frac{BN}{AB}, \text{ daher:}$$

$$p = \frac{d}{AB} \cdot (bd - a\delta \cos\phi) \text{ und } q = \frac{\delta}{AB} \cdot (a\delta - bd \cos\phi).$$

Setzt man diese Werthe von p und q in (8) ein und entfernt AB, so ist:

$$g = \frac{\beta \cdot d\,(bd - a\delta \cos\phi) + \alpha \cdot \delta\,(a\delta - bd \cos\phi)}{b \cdot d\,(bd - a\delta \cos\phi) + a \cdot \delta\,(a\delta - bd \cos\phi)} \dots\dots \quad (9)$$

Wir wollen nunmehr die praktische Verwerthbarkeit dieser Formel an den Tabellen erproben, welche S. Schwendener (Mechanische Theorie der Blattstellungen, Leipzig 1878, S. 16—22) auf andere Weise berechnet hat.

Für die erste, dritte, fünfte und sechste dieser unten wiedergegebenen Tabellen ist der Öffnungswinkel ϕ derjenigen von den je drei correspondirenden Contactlinien, welche die beiden niederen Coordinationszahlen haben, gleich 120°; die Insertionsdistanzen d und δ sind, da alle Tabellen für kreisförmige Organe gelten, überall einander gleich, so dass der Ausdruck (9) übergeht in:

$$g = \frac{\beta\,(b - a \cos\phi) + \alpha\,(a - b \cos\phi)}{b\,(b - a \cos\phi) + a\,(a - b \cos\phi)}.$$

Ist $\phi = 120°$, also $\cos\phi = -\frac{1}{2}$, so wird:

$$g = \frac{\beta\,(2b + a) + \alpha\,(2a + b)}{b\,(2b + a) + a\,(2a + b)} \dots\dots\dots\dots \quad (10)$$

Ist $\phi = 90°$, also $\cos\phi = 0$, so ist:

$$g = \frac{\beta \cdot b + \alpha \cdot a}{b^2 + a^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Mittels der Formel (10) sind die erste, dritte, fünfte und sechste, mittels (11) die zweite und vierte Tabelle berechnet. Die gemeinen Brüche geben die Divergenzen genau an.

Tabelle 1.

Divergenzen bei Kreuzung der Contactzeilen unter einem Winkel von 120° (und 60°)[1]. SCHWENDENER, a. a. O. S. 16.

Contactlinien	Divergenz
1er, 1er (und 2er)	$\frac{1}{2} = 180°$
1er, 2er (und 3er)	$\frac{5}{14} = 128°\ 34'$
2er, 3er (und 5er)	$\frac{15}{38} = 142°\ 6'$
3er, 5er (und 8er)	$\frac{37}{98} = 135°\ 55'$
5er, 8er (und 13er)	$\frac{33}{86} = 138°\ 8'$
8er, 13er (und 21er)	$\frac{257}{674} = 137°\ 16'$
13er, 21er (und 34er)	$\frac{675}{1766} = 137°\ 36'$
21er, 34er (und 55er)	$\frac{1765}{4622} = 137°\ 28'$

Tabelle 2.

Divergenzen bei rechtwinkliger Kreuzung der Contactlinien (a. a. O. S. 18).

Contactlinien	1er u. 2er	2er u. 3er	3er u. 5er	5er u. 8er	8er u. 13er
Divergenzen	$\frac{2}{5} = 144°$	$\frac{5}{13} = 138°\ 28'$	$\frac{13}{34} = 137°\ 39'$	$\frac{34}{89} = 137°\ 31'$	$\frac{89}{233} = 137°\ 30'\ 39''$

[1] Man erinnere sich, dass in (10) und (11) $\alpha = 0$ und $\beta = 1$ zu setzen ist, wenn $a = 1$ ist.

Tabelle 3.

Divergenzen bei Kreuzung der Contactzeilen unter 120° (a. a. O. S. 19).

Reihe 1, 3, 4, 7, 11, 18 etc.		Reihe 1, 4, 5, 9, 14, 23 etc.	
Contactlinien	Divergenzen	Contactlinien	Divergenzen
1er 3er (4er)	$\frac{7}{26} = 96° 55'$	1er 4er (5er)	$\frac{3}{14} = 77° 8'$
3er 4er (7er)	$\frac{21}{74} = 102° 10'$	4er 5er (9er)	$\frac{27}{122} = 79° 40'$
4er 7er (11er)	$\frac{17}{62} = 98° 43'$	5er 9er (14er)	$\frac{65}{302} = 77° 29'$
7er 11er (18er)	$\frac{137}{494} = 99° 50'$	9er 14er (23er)	$\frac{175}{806} = 78° 10'$
11er 18er (29er)	$\frac{355}{1286} = 99° 23'$	14er 23er (37er)	$\frac{151}{698} = 77° 53'$

Tabelle 4.

Divergenzen bei rechtwinkliger Kreuzung (a. a. O. S. 20 u. 21.)

Reihe 1, 3, 4, 7, 11 ...				
Contactlinien	1er, 3er	3er, 4er	4er, 7er	7er, 11er
Divergenzen	$\frac{3}{10} = 108°$	$\frac{7}{25} = 100° 48'$	$\frac{18}{65} = 99° 42'$	$\frac{47}{170} = 99° 32'$

Reihe 1, 4, 5, 9, 14 ...				
Contactlinien	1er, 4er	4er, 5er	5er, 9er	9er, 14er
Divergenzen	$\frac{4}{17} = 84° 42'$	$\frac{9}{41} = 79° 1'$	$\frac{23}{106} = 78° 7'$	$\frac{60}{277} = 77° 58'$

Reihe 1, 5, 6 ..	Contactlinien	1er, 5er	5er, 6er
	Divergenzen	$\frac{5}{26} = 69° 14'$	$\frac{11}{61} = 64° 55'$
Reihe 1, 6, 7 ..	Contactlinien	1er, 6er	6er, 7er
	Divergenzen	$\frac{6}{37} = 58° 23'$	$\frac{13}{85} = 55° 3'$
Reihe 1, n, $n+1$ ..	Contactlinien	1er, $n$er	$n$er, $(n+1)$er
	Divergenzen	$\frac{n}{n^2+1}$	$\frac{2n+1}{2n(n+1)+1}$

Tabelle 5.

Divergenzen bei Kreuzung unter 120° (a. a. O. S. 21).

Contactlinien	2er, 5er (7er)	5er, 7er (12er)	7er, 12er (19er)	12er, 19er (31er)
Divergenzen	$\frac{11}{26} = 152° \, 18'$	$\frac{91}{218} = 150° \, 16'$	$\frac{233}{554} = 151° \, 24'$	$\frac{615}{1466} = 151° \, 1'$

Tabelle 6.

Divergenzen bei Kreuzung unter 120° (a. a. O. S. 22).

Reihe 3, 7, 10, 17 . .	Contactlinien	3er, 7er (10er)	7er, 10er (17er)
	Divergenzen	$\frac{47}{158} = 107° \, 5'$	$\frac{43}{146} = 106° \, 2'$
Reihe 3, 8, 11, 19 . .	Contactlinien	3er, 8er (11er)	8er, 11er (19er)
	Divergenzen	$\frac{71}{194} = 131° \, 45'$	$\frac{67}{182} = 132° \, 32'$
Reihe 3, 10, 13, 23 . .	Contactlinien	3er, 10er (13er)	10er, 13er (23er)
	Divergenzen	$\frac{85}{278} = 110° \, 4'$	$\frac{81}{266} = 109° \, 37'$
Reihe 4, 9, 13, 22 . .	Contactlinien	4er, 9er (13er)	9er, 13er (22er)
	Divergenzen	$\frac{61}{266} = 82° \, 33'$	$\frac{167}{734} = 81° \, 54'$
Reihe 5, 12, 17, 29 . .	Contactlinien	5er, 12er (17er)	12er, 17er (29er)
	Divergenzen	$\frac{189}{458} = 148° \, 33'$	$\frac{527}{1274} = 148° \, 55'$

Schliesslich wollen wir noch die Divergenzen einiger Stellungsverhältnisse berechnen, bei denen die Insertionsabstände d und δ auf den Zeilen zweier correspondirender Systeme ungleich sind. Es sei die Grösse des Öffnungswinkels der a^{er} und b^{er} Zeilen $\phi = 90°$ gesetzt, wie sie (annähernd wenigstens) in der Natur besonders häufig beobachtet wird.[1] Dann geht die Formel (9) über in:

$$g = \frac{\beta b d^2 + \alpha a \delta^2}{b^2 d^2 + a^2 \delta^2} = \frac{\beta b \cdot \frac{d^2}{\delta^2} + \alpha a}{b^2 \cdot \frac{d^2}{\delta^2} + a^2}.$$

Es möge ferner das Grössenverhältniss von d und δ durch die Gleichung bestimmt sein:

$$\frac{d}{\delta} = \sqrt{\frac{a}{b}}.$$ Dann wird:

$$g = \frac{\beta + \alpha}{b + a} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

[1] Vergl. SCHWENDENER, a. a. O. S. 40.

Diesen Bedingungen entsprechen die Divergenzen der folgenden Tabelle.

Wie aus derselben ersichtlich, bilden die Divergenzen unter diesen Umständen die bekannten SCHIMPER'schen Reihen, und zwar sind die Insertionen bei diesen Stellungsverhältnissen so gruppirt, dass die sich rechtwinklig kreuzenden Schrägzeilen den höchst möglichen Ordnungen entsprechen, und die Orthostichen bereits augenfällig hervortreten müssen, falls hinlänglich zahlreiche Insertionen vorhanden sind. Wenn die Parastichen in diesen Fällen Contactlinien sind, so können die Organe natürlich keine kreisförmige Querschnittsfläche haben. (Vergl. hierüber den Abschnitt: Verschiebungen elliptischer Organe, bei SCHWENDENER, a. a. O. S. 28 ff.)

Tabelle 7.

Divergenzen bei rechtwinkliger Kreuzung, wenn $\frac{d}{\delta} = \sqrt{\frac{a}{b}}$ ist.

Parastichen	Verhältniss zwischen den Insertionsdistanzen	Divergenzen
1er und 1er	$\sqrt{\frac{1}{1}} = 1$	$\frac{1}{2}$
1er und 2er	$\sqrt{\frac{1}{2}} = 0.7071$	$\frac{1}{3}$
2er und 3er	$\sqrt{\frac{2}{3}} = 0.8165$	$\frac{2}{5}$
3er und 5er	$\sqrt{\frac{3}{5}} = 0.7746$[1]	$\frac{3}{8}$
5er und 8er	$\sqrt{\frac{5}{8}} = 0.7906$	$\frac{5}{13}$
8er und 13er	$\sqrt{\frac{8}{13}} = 0.7845$	$\frac{8}{21}$
13er und 21er	$\sqrt{\frac{13}{21}} = 0.7868$	$\frac{13}{34}$
21er und 34er	$\sqrt{\frac{21}{34}} = 0.7859$	$\frac{21}{55}$
1er und 3er	$\sqrt{\frac{1}{3}} = 0.5774$	$\frac{1}{4}$

[1] Dies Verhältniss findet z. B. öfter bei den Carpiden von Magnolia Yulan statt (vergl. die Fig. 53 auf Taf. X bei SCHWENDENER, daselbst die oberhalb 67 und 68 liegenden Carpiden).

Parastichen	Verhältniss zwischen den Insertionsdistanzen	Divergenzen
3er und 4er	$\sqrt{\frac{3}{4}} = 0.8660$	$\frac{2}{7}$
4er und 7er	$\sqrt{\frac{4}{7}} = 0.7559$	$\frac{3}{11}$
7er und 11er	$\sqrt{\frac{7}{11}} = 0.7977$	$\frac{5}{18}$
11er und 18er	$\sqrt{\frac{11}{18}} = 0.7817$	$\frac{8}{29}$
18er und 29er	$\sqrt{\frac{18}{29}} = 0.7879$	$\frac{13}{47}$
1er und 4er	$\sqrt{\frac{1}{4}} = 0.5$	$\frac{1}{5}$
4er und 5er	$\sqrt{\frac{4}{5}} = 0.8944$	$\frac{2}{9}$
5er und 9er	$\sqrt{\frac{5}{9}} = 0.7454$	$\frac{3}{14}$

3. Entwickelung der Divergenz in einen Kettenbruch.

Die Ausdrücke (8) und (9) lassen sich nach einem Satze aus der Kettenbruchtheorie in einen Kettenbruch verwandeln, der aus zwei Theilen besteht. Der erste Theil hat den Endwerth $\frac{\beta}{b}$ und den vorletzten Näherungswerth $\frac{\alpha}{a}$. Der Werth des zweiten Theils ist

$$\frac{q}{p} \text{ resp. } \frac{\delta(a\delta - bd\cos\phi)}{d(bd - a\delta\cos\phi)}.$$

Giebt nämlich die Entwickelung von $\frac{a}{b}$ einen Kettenbruch von der Form (13), so dass $\frac{\alpha}{\beta}$ der vorletzte Näherungswerth desselben ist, so muss die Entwickelung von $\frac{\beta}{b}$ einen Kettenbruch von der Form (14) ergeben, dessen vorletzter Näherungswerth $\frac{\alpha}{a}$ ist, und welcher dieselbe Zahl von Partial-

brüchen wie (13) hat, aber die Partialquotienten in umgekehrter Reihenfolge enthält:

$$\frac{a}{b}=\cfrac{1}{n_1+\cfrac{1}{n_2+\cfrac{1}{n_3+\cdots\cfrac{1}{n_{k-2}+\cfrac{1}{n_{k-1}+\cfrac{1}{n_k}}}}}} \quad \left(\frac{\alpha'}{\beta'}\right)\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)\left(\frac{a}{b}\right) \ldots (13)$$

$$\frac{\beta}{b}=\cfrac{1}{n_k+\cfrac{1}{n_{k-1}+\cfrac{1}{n_{k-2}+\cdots\cfrac{1}{n_3+\cfrac{1}{n_2+\cfrac{1}{n_1}}}}}} \quad \left(\frac{\alpha}{a}\right)\left(\frac{\beta}{b}\right) \ldots (14)$$

Dies lässt sich folgendermaassen beweisen.[1]

Man bezeichne die Näherungswerthe des Kettenbruchs (13), vom letzten beginnend, mit $\frac{a}{b}, \frac{\alpha}{\beta}, \frac{\alpha'}{\beta'}, \frac{\alpha''}{\beta''}, \frac{\alpha'''}{\beta'''}$ u. s. f. Die Beziehung zwischen $\frac{a}{b}$ und $\frac{\alpha}{\beta}$ wird bekanntlich durch folgende Gleichung ausgedrückt: $b\alpha - a\beta = \pm 1$.

Dieselbe Gleichung gilt für die beiden Brüche $\frac{\alpha}{a}$ und $\frac{\beta}{b}$, die daher successive Näherungswerthe des Kettenbruchs $\frac{\beta}{b}$ sein müssen.

Nun ist:

$$b = n_k \cdot \beta + \beta', \text{ also } \frac{\beta}{b} = \frac{\beta}{n_k \cdot \beta + \beta'} = \cfrac{1}{n_k + \cfrac{\beta'}{\beta}} \ldots (13')$$

Ferner ist:

$$\beta = n_{k-1} \cdot \beta' + \beta'', \text{ also } \frac{\beta'}{\beta} = \frac{\beta'}{n_{k-1} \cdot \beta' + \beta''} = \cfrac{1}{n_{k-1} + \cfrac{\beta''}{\beta'}} \ldots (13'')$$

Ebenso ist:

$$\beta' = n_{k-2} \cdot \beta'' + \beta''', \text{ also } \frac{\beta''}{\beta'} = \frac{\beta''}{n_{k-2} \cdot \beta'' + \beta'''} = \cfrac{1}{n_{k-2} + \cfrac{\beta'''}{\beta''}} \ldots (13''')$$

---

[1] Vgl. hierüber M. C. de Candolle, a. a. O. S. 69.

Fährt man mit der Entwicklung in dieser Weise fort und substituirt sodann jede folgende Gleichung in der früheren, also (13‴) in (13″), diese in (13′), so erhält man für $\frac{\beta}{b}$ den Kettenbruch (14).

Der Ausdruck (8) ergiebt demnach, wenn das Verhältniss der Coordinationszahlen a und b den Totalwerth eines Kettenbruchs von der Form (13) bezeichnet, folgende Kettenbruchform:

$$g = \cfrac{1}{n_k + \cfrac{1}{n_{k-1} + \cfrac{\ddots}{\cfrac{1}{n_3 + \cfrac{1}{n_2 + \cfrac{1}{n_1 + \cfrac{q}{p}}}}}}} \quad \ldots \left(\frac{\alpha}{a}\right) \ldots \left(\frac{\beta}{b}\right) \ldots (g) \quad \ldots\ldots (15)$$

Der die Divergenz eines Stellungsverhältnisses darstellende Kettenbruch lässt sich daher aus zwei Theilen zusammensetzen. Der erste Theil endet mit zwei Näherungswerthen, deren Nenner gleich den Coordinationszahlen a und b zweier in dem Stellungsverhältniss auftretender gegenläufiger Parastichensysteme sind. Der Werth des zweiten Theils wird durch das Verhältniss der Horizontalprojectionen der Insertionsdistanzen auf der b^{er} und a^{er} Zeile bestimmt.

Der Werth der Divergenz ist daher, wenn $\frac{\alpha}{\beta}$ den vorletzten Näherungswerth von $\frac{a}{b}$ bezeichnet, zwischen zwei Grenzen $\frac{\alpha}{a}$ und $\frac{\beta}{b}$ eingeschlossen, deren Werthe von der Grösse jener Horizontalprojectionen und also auch von der Grösse der Insertionsabstände und des Öffnungswinkels der Parastichen gänzlich unabhängig sind.

Dieses Gesetz werde durch ein Beispiel erläutert.

Es sei ein Stellungsverhältniss gegeben, in welchem sich 5er und 9er Zeilen kreuzen (Fig. 1). Man entwickle $\frac{5}{9}$ in einen Kettenbruch und bestimme den vorletzten Partialwerth desselben $\left(\frac{1}{2}\right)$.

$$\frac{5}{9}=\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{4}}}\;\ldots\left(\frac{1}{2}\right)\ldots\left(\frac{5}{9}\right).$$

Die Divergenz des Stellungsverhältnisses ist daher zwischen den Grenzen $\frac{1}{5}$ und $\frac{2}{9}$ eingeschlossen und wird durch den Kettenbruch bezeichnet:

$$g=\cfrac{1}{4+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{q}{p}}}}\;\ldots\left(\frac{1}{5}\right)\ldots\left(\frac{2}{9}\right)\ldots(g).$$

Das zwischen den Horizontalprojectionen q und p bestehende Verhältniss kann jeden beliebigen positiven Werth annehmen, ohne dass die Divergenz die angegebenen Grenzen überschreitet.

4. Die combinationsfähigen Parastichensysteme eines gegebenen Stellungsverhältnisses.

Aus dem zuletzt entwickelten Satz lässt sich das allgemeine Gesetz ableiten für die Correlation zwischen den Ordnungszahlen sämmtlicher combinationsfähiger Zeilensysteme eines bestimmten gegebenen Stellungsverhältnisses.

Bekanntlich lassen sich die Insertionen eines gegebenen regelmässigen Stellungsverhältnisses nach allen Richtungen durch Systeme paralleler und äquidistanter Linien verbinden; nicht alle aber lassen sich paarweise so combiniren, dass alle Durchschnittspunkte zugleich Insertionspunkte sind. Verbindet man z. B. die beiden Insertionen 0 und 11 in Fig. 3 durch eine Linie, so giebt es 11 damit parallele und äquidistante secundäre Spiralen, welche alle in Fig. 3 gegebenen Insertionen mit einander verbinden. Ebenso gehen die 5er Zeilen durch alle Insertionen. Trotzdem lassen sich die 5er und 11er Zeilen nicht in der angegebenen Weise combiniren; denn sie ergeben eine Anzahl überzähliger Durchschnittspunkte A, B, C u. s. w.[1]

Das am Schluss des vorigen Capitels entwickelte Gesetz gilt nun aber nur für combinationsfähige Zeilensysteme, d. h. für solche

[1] Wie sich an jeder Figur leicht demonstriren lässt, können solche Paare von Parastichensystemen, welche überzählige Durchschnittspunkte ergeben würden, weder als Contactlinien- noch als die augenfälligsten Parastichensysteme überhaupt figuriren. Man kann dies an einem einzigen Parallelogramm, z. B. 0.3.11.8 (Fig. 3), darthun.

Paare von Parastichensystemen, deren **sämmtliche Durchschnittspunkte** als **Insertionen numerirt** sind.

Um daher diesem Gesetze gemäss die Ordnungszahlen sämmtlicher möglicher combinationsfähiger Zeilensysteme aus dem Ausdruck für die Divergenz des gegebenen Stellungsverhältnisses abzuleiten, entwickle man diese Divergenz g in einen Kettenbruch:

$$g = \cfrac{1}{n_1 + \cfrac{1}{n_2 + \cfrac{1}{n_3 + \cdots \cfrac{1}{n_{k-1} + \cfrac{1}{n_k + \cfrac{1}{n_{k+1} + \cdots \cfrac{1}{n_i}}}}}}} \quad \left(\frac{\alpha}{a}\right) \ldots \left(\frac{\beta}{b}\right) \ldots (g).$$

Die durch jenes Gesetz geforderte Zerlegung dieses Kettenbruchs in zwei Theile werde nun bei dem k^{ten} Partialquotienten (n_k) vorgenommen. Dies kann so geschehen, dass entweder die sämmtlichen Einheiten dieses Partialquotienten zum ersten Theil gestellt werden oder nur ein Theil derselben.

Im ersten Falle seien die beiden letzten Näherungswerthe des ersten Theils $\frac{\alpha}{a}$ und $\frac{\beta}{b}$. Dann sind es die a^{er} und b^{er} Zeilen, deren Ordnungszahlen den Nennern zweier successiver Näherungswerthe gleich sind. Daher sind die a^{er} und b^{er} Zeilen combinationsfähig.

Im anderen Falle stelle man von den in n_k befindlichen Einheiten nach einander eine, zwei, $3 \ldots . (n_k - 1)$ zum ersten Theil des Kettenbruchs und berechne die letzten Näherungswerthe dieses Theils. Sie seien:

$\frac{\alpha}{a}$ und $\frac{\beta_1}{b_1}$, wenn der letzte Partialquotient 1 ist;

$\frac{\alpha}{a}$ und $\frac{\beta_2}{b_2}$, wenn er 2 ist, u. s. f. bis:

$\frac{\alpha}{a}$ und $\frac{\beta_{(n_k-1)}}{b_{(n_k-1)}}$, wenn er $(n_k - 1)$ ist.

Dann sind es die Zeilen nach a und b_1; a und b_2; a und b_3; ..... a und $b_{(n_k-1)}$, deren Ordnungszahlen die vorgeschriebene Bedingung erfüllen. Daher sind auch diese Zeilenpaare combinationsfähig.

Was von dem Partialquotienten n_k gilt, lässt sich ebenso für jeden andern des gegebenen Kettenbruchs darthun. Daher wird die

Correlation zwischen den Ordnungszahlen der combinationsfähigen Zeilensysteme durch folgendes Gesetz ausgedrückt:

Die Nenner je zweier successiver Näherungswerthe des die Divergenz eines gegebenen Stellungsverhältnisses darstellenden Kettenbruchs bezeichnen die Ordnungszahlen je zweier combinationsfähiger Zeilensysteme dieses Stellungsverhältnisses. Ausserdem lässt sich jedes Parastichensystem, dessen Coordinationszahl gleich einem solchen Nenner ist, mit so vielen intermediären Zeilensystemen combiniren, als die Einheiten betragen, um welche der folgende Partialquotient grösser ist als 1.

Ein Beispiel wird das Gesagte völlig klar stellen.

In Fig. 5 ist ein Stellungsverhältniss abgebildet, dessen Divergenz $\frac{42}{215}$ beträgt. Stellt man $\frac{42}{215}$ als Kettenbruch dar: $\cfrac{1}{5+\cfrac{1}{8+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2}}}}$,

so sind die successiven Näherungswerthe:

$$\frac{1}{5},\ \frac{8}{41},\ \frac{17}{87},\ \frac{42}{215}.$$

Um die Coordinationszahlen der sämmtlichen Zeilensysteme zu bestimmen, welche sich mit den 5er Zeilen combiniren lassen, setze man den zweiten Partialquotienten des Kettenbruchs successive gleich 1, 2, 3 ... 7, 8 und berechne die betreffenden Näherungswerthe:

$$\frac{1}{6},\ \frac{2}{11},\ \frac{3}{16},\ \frac{4}{21},\ \frac{5}{26},\ \frac{6}{31},\ \frac{7}{36},\ \frac{8}{41}.$$

Dann bezeichnen die Nenner 6, 11, 16, 21, 26, 31 und 36 die Coordinationszahlen der sieben intermediären Systeme, welche sich mit den 5er Zeilen combiniren lassen, und der letzte Nenner 41 die Ordnungszahl des betreffenden Normalsystems. Die Figur zeigt, dass überzählige Durchschnittspunkte sich bei diesen Combinationen nicht ergeben.

Ist das gegebene Stellungsverhältniss ein solches, dass die sämmtlichen successiven Partialquotienten des die Divergenz bezeichnenden Kettenbruchs vom zweiten ab gleich 1 sind, so werden die Coordinationszahlen sämmtlicher möglicher combinationsfähiger Zeilensysteme des gegebenen Stellungsverhältnisses durch die bekannten Reihen bezeichnet:

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 ....
1, 3, 4, 7, 11, 18, 29 ....
1, 4, 5, 9, 14, 23, 37 .... u. s. w.

Von diesen Zahlen können daher nur immer je zwei successive in Combination treten.

Zum Schlusse sei noch auf folgende Consequenz dieser Darstellungsweise hingewiesen.

Bekanntlich muss der erste Partialquotient jedes Kettenbruchs, welcher die nach dem kurzen Wege gemessene Divergenz eines Stellungsverhältnisses bezeichnet, grösser als 1 sein. Ist nun n dieser erste Partialquotient, so lässt sich, wie schon erwähnt, der gegebene Kettenbruch am Anfang schreiben:

$$\cfrac{1}{0+\cfrac{1}{0+\cfrac{1}{n+\text{u. s. w.}}}}$$

Dann ist der zweite Näherungswerth $\frac{0}{1}$ und der dritte $\frac{1}{n}$. Demgemäss bezeichnen die Nenner 1 und n ein normales Combinationsverhältniss. Setzt man statt n aber successive die Partialquotienten 1, 2, 3 ... $(n-1)$, so ergeben sich $(n-1)$ intermediäre Systeme, welche mit der Einerzeile combinirt werden können.

So lassen sich in Fig. 5 die vier intermediären Zeilen: die Einerzeile des langen Wegs, die Zweier-, Dreier- und Viererzeilen mit der Einerzeile des kurzen Wegs combiniren, und erst die Fünferzeilen ergeben mit der Einerzeile (des kurzen Wegs) die normale Combination. Im Fall, wo $n=2$, (Fig. 3) combiniren sich natürlich nur 1er und 1er, sowie 1er und 2er Zeilen in dieser Weise. Von diesen Combinationen hat die der 1er und 1er Zeile offenbar nur theoretische Bedeutung, während alle übrigen bei entsprechender Entfernung der Insertionen augenfällig hervortreten können.

Die Stellungsverhältnisse der ersten SCHIMPER'schen Reihe sind daher die einzigen, bei denen intermediäre Zeilen überhaupt nicht auftreten können.

Ausgegeben am 4. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1882.

XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

4. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung, indem er der Akademie Nachricht von dem am 19. April zu Down bei London erfolgten Tode ihres auswärtigen Mitgliedes, des Hrn. Charles Darwin, gab.

2. Hr. du Bois-Reymond las die zweite Hälfte eines vorläufigen Berichtes über die von Prof. Gustav Fritsch in Aegypten und am Mittelmeer angestellten neuen Untersuchungen an elektrischen Fischen. Die Mittheilung folgt umstehend.

3. Die HH. Dümmler in Halle, Paris in Paris, Pauli in Göttingen und Stubbs in Oxford danken für ihre Ernennung zu correspondirenden Mitgliedern der Akademie (s. oben S. 331. 418).

4. Der k. k. Hofrath und Director der k. k. Familien-Fidei-Commiss-Bibliothek, Hr. M. A. Becker, übersendet für die Bibliothek der Akademie mit Genehmigung des Durchlauchtigsten Hrn. Erzherzogs Leopold ein Exemplar der mit Unterstützung Seiner Kaiserlichen Hoheit herausgegebenen und nur in einer sehr beschränkten Zahl von Exemplaren gedruckten Monographie: »Hernstein in Niederösterreich und das Land im weiteren Umkreise.« (Album und erster Theil.)

Vorläufiger Bericht über die von Prof. Gustav Fritsch in Aegypten und am Mittelmeer angestellten neuen Untersuchungen an elektrischen Fischen.

Zweite Hälfte.[1]

Von E. du Bois-Reymond.

I. Nachträglich zu Malopterurus electricus.

Hr. Prof. Fritsch, der sich von Aegypten zunächst nach Smyrna wenden wollte, das er von seiner persischen Reise im Jahre 1875 her als vortheilhafte Zitterrochen-Station kannte, wurde durch die in Kleinasien drohende Gesundheitssperre gezwungen, Aegypten schon am 17. December zu verlassen. In Folge der von ihm getroffenen Maassnahmen erhielt noch nach seiner Abreise Hr. Dr. Mantey in Cairo endlich einen lebenden Zitterwels aus dem Fayum. Von Prof. Fritsch für diesen Fall mit Weisungen versehen, bestellte er sogleich Frösche, um Hrn. Babuchin's Versuch über doppelsinnige Leitung im elektrischen Nerven zu wiederholen.

Dieser Versuch besteht bekanntlich darin, nach Durchschneidung der elektrischen Stammfaser zwischen Organ und Rückenmark, von der Peripherie her einen Zweig vom Organ abzulösen, so dass der centrale Stumpf des Zweiges frei schwebt, und diesen Stumpf mechanisch zu reizen. Liegt irgendwo dem Organ der Nerv des stromprüfenden Froschschenkels an, so zuckt der Schenkel zum Beweise, dass im mechanisch gereizten Zweige der sonst centrifugal thätigen elektrischen Nervenfaser die Reizung sich centripetal fortpflanzt und auf die anderen Zweige übergeht.[2]

[1] S. Monatsberichte der Akademie, 22. December 1881. S. 1149 ff.; — Archiv für Physiologie. 1882. S. 61 ff. — Vergl. auch den Bericht über die Wirksamkeit der Humboldt-Stiftung während des Jahres 1881, oben S. 16.

[2] Archiv für Physiologie. 1877. S. 262.

Wie man sieht, ist dieser Versuch ein Seitenstück zum sogenannten Zipfelversuch am Froschsartorius, den einst Hr. W. Kühne durch mich der Akademie mittheilte;[1] mit dem unwesentlichen Unterschied, dass in Hrn. Kühne's Versuch Zuckung eines Muskels, in Hrn. Babuchin's Entladung eines elektrischen Organes das rückläufige Fortschreiten der Reizung anzeigt. Dank dem glücklichen Umstand, dass ein einziger riesiger Axencylinder den elektrischen Nerven des Zitterwelses ausmacht, hat aber Hrn. Babuchin's vor Hrn. Kühne's Versuch den Vorzug, dass es sich dabei um makroskopische, handgreifliche Nervenverzweigungen handelt, statt wie im Zipfelversuch um mikroskopische Fasern, die man im besonderen Falle nicht unmittelbar sieht, sondern nur nach Analogie annimmt.

Nachdem der von Bidder zum Nachweis der rückläufigen Nervenleitung vorgeschlagene Versuch — kreuzweises Zusammenheilen des N. lingualis und des N. hypoglossus[2] — Hrn. Vulpian in Verbindung mit Hrn. Philippeaux scheinbar gelungen war,[3] vernichtete Hrn. Vulpian's bewundernswerthe Selbstkritik wiederum, und, wie es scheint, für immer, die Beweiskraft dieses Versuches wenigstens an dieser Stelle.[4] Von thatsächlichen Beweisen für rückläufige Nervenleitung blieb neben dem Zipfelversuch, und neben Hrn. Paul Bert's nicht ganz eindeutigem Versuch am umgepflanzten Rattenschwanz,[5] jetzt nur noch die nach beiden Richtungen gleichmässig stattfindende Fortpflanzung der negativen Schwankung des Nervenstromes übrig,[6] und Hrn. Babuchin's Versuch stellte daher für eine der ersten Fragen der Nervenphysik eine sehr wichtige Ergänzung des Thatbestandes dar.[7]

Wie es bei einer Angabe Hrn. Babuchin's nicht anders zu erwarten war, gelang es Hrn. Mantey leicht, sie vollkommen zu bestätigen. »Ich knipste« — schrieb er Prof. Fritsch am 21. December v. J. nach Smyrna — »mit der Scheere immer abwechselnd einmal vom Schwanz»ende, einmal vom Kopfende Stückchen ab — jedesmal dasselbe Ergeb»niss lebhaften Muskelzuckens von Seiten des Froschschenkels. Ich

[1] Monatsberichte u. s. w. 1859. S. 400.

[2] Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1842. S. 102. — Vergl. E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. 1849. S. 570.

[3] Journal de la Physiologie de l'Homme et des animaux, par M. Brown-Séquard. 1863. t. VI. p. 474.

[4] Note sur de nouvelles expériences relatives à la réunion bout à bout du nerf lingual et du nerf hypoglosse. Archives de Physiologie normale et pathologique, par MM. Brown-Séquard, Charcot et Vulpian. 1873. t. V. p. 597.

[5] Comptes rendus etc. 1877. t. LXXXIV. p. 173.

[6] Untersuchungen über thierische Elektricität. A. a. O. S. 587.

[7] Vergl. Demeter Boghean, Über die Leitung der Neurilität in die Primitivnervenröhren. Inaugural-Dissertation und gekrönte Preisschrift u. s. w. Berlin 1880.

»machte im Ganzen zehn Durchschneidungen mit gleichem Erfolg.« Gegen Täuschungen durch galvanische Wirkung der Scheere oder den Muskelstrom des Schenkels war Hr. Mantey auf der Hut.[1]

II. Nachträglich zu Mormyrus spec.

Indem die Mormyri nunmehr unter die elektrischen Fische traten,[2] ward ihr Centralnervensystem ein Gegenstand des Interesses. Ihr elektrisches Organ gehört zum System der Schwanzmuskeln; es wäre also zu erwarten, dass in ihrem Rückenmark eine ähnliche Structur sich fände, wie in dem des Zitteraales. Allein schon in seiner Abhandlung über Hirn und Rückenmark des Gymnotus machte Prof. Fritsch darauf aufmerksam, wie wild und verworren meist die Bilder sind, welche trotz scheinbarer Einfachheit des Baues das Rückenmark der Knochenfische bietet.[3] Bilden Gymnotus und Silurus von dieser Regel, welche vergleichende Untersuchungen auf diesem Gebiet ausserordentlich erschwert, eine vortheilhafte Ausnahme, so hat umgekehrt Mormyrus, wie Prof. Fritsch sich ausdrückt, das kläglichste Rückenmark, welches ihm noch vorkam: eine in häutigem Sack eingeschlossene breiige Masse, worin Faserverlauf und Zellanordnung fast unkenntlich werden.[4] Trotz aller Mühe gelangte er noch zu keinem mittheilbaren Ergebniss.

Solcher Verkümmerung des Rückenmarkes gegenüber steht nun aber bei diesen Fischen eine ganz erstaunliche Entwickelung des Gehirnes, welche unter Anderen schon Hrn. Ecker[5] und vorzüglich Hrn. Marcusen[6] beschäftigte, ohne in den Werken über vergleichende

---

[1] Die von Hrn. Charles Richet gegen den Babuchin'schen Versuch erhobenen Zweifel beruhten auf mangelhafter Kenntniss des Versuches (Physiologie des Muscles et des Nerfs. Leçons professées à la Faculté de Médecine en 1881. Paris 1882. p. 443. 444.)

[2] Monatsberichte u. s. w. 1881. S. 1161; — Archiv u. s. w. S. 71.

[3] Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal, Gymnotus electricus, nach seinem Tode bearbeitet von E. du Bois-Reymond. Mit zwei Abhandlungen von G. Fritsch. Leipzig 1881. S. 327. (Im Folgenden immer bloss als: »Untersuchungen u. s. w.« angeführt. Da in diesem Buche die Literatur sich sehr vollständig findet, habe ich hier oft nur auf die dortigen Citate verwiesen.)

[4] Schon Bilharz klagt über »die halbflüssige Rahmconsistenz des Rückenmarks »und der Nerven, die auch durch starken Weingeist nicht hinreichend verändert wird.« (Brieflich in Ecker's Untersuchungen zu Ichthyologie u. s. w. Freiburg i. Br. 1857. 4. S. 30.)

[5] Anatomische Beschreibung des Gehirns vom karpfenartigen Nilhecht Mormyrus cyprinoides L. Leipzig 1854.

[6] Vorläufige Mittheilung aus einer Abhandlung über die Familie der Mormyren. Mélanges biologiques tirés du Bulletin physico-mathématique de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. t. II. 1858. p. 39 (1853); — Die Familie der Mormyren. Eine anatomisch-zoologische Abhandlung. In den: Mémoires de l'Académie Impériale etc. T. VII. No. 4. St. Petersburg, 1864. S. 52 ff. (1861—62.)

Anatomie bisher gebührend gewürdigt worden zu sein. So bedeutend ist diese Entwickelung, dass sie, wie Hr. Marcusen treffend bemerkt, die bei vielen Wirbelthieren höherer Ordnungen, beispielsweise bei Vögeln vorkommende übertrifft. Die äussere Gestalt des Mormyrus-Gehirnes ist so wenig die eines Fischgehirnes, dass mancher Unkundige es unbedenklich für ein kleines Nagergehirn ansprechen dürfte. Gleich diesem bildet es eine compacte Masse; vorn ist es in eine stumpfe Verlängerung, einem Siebbeinschnabel ähnlich, ausgezogen; das Vorderhirn mit dem Lobus olfactorius liegt dicht am Lobus centralis und wird wie das Nachhirn durch das ausserordentlich entwickelte Kleinhirn von oben her gänzlich verdeckt.

Hr. Ecker nahm letzteres für die Vierhügel, Hr. Marcusen aber sah darin ein so eigenthümliches Organ, dass er die Frage erörtert, ob es wirklich ein Hirntheil sei. Prof. Fritsch erklärt indess die von Hrn. Marcusen als Kleinhirn gedeuteten Bildungen für das Tuberculum impar mit den flügelförmig abgeplatteten, medianwärts gekehrten Verlängerungen der Lobi vagales, und er glaubt beweisen zu können, dass Hrn. Marcusen's eigenthümliches Organ in der That nichts ist, als das Kleinhirn selber.

Er stellt sich sodann die Frage, ob das bei den Mormyri eigenthümlich ausgebildete Kleinhirn etwas mit ihrer elektrischen Function zu thun habe. Zwar zieht ein mächtiger Längsstamm, von der Seite des Hirnstockes beginnend, an der Wirbelsäule nach hinten; dieser entspricht aber dem oberen Theil des Truncus lateralis N. trigemini (Rückenkantenast Stannius) und dem tiefen Ast des Truncus lateralis N. vagi, und seine Zweige treten nicht an das obere und untere Organ derselben Seite, sondern sie gehören dem Rückenflossengebiet und den Flossenträgern an. Wiederholte sorgfältige Praeparation überzeugte Prof. Fritsch, dass die elektrischen Nerven in der That Rückenmarksnerven sind, wie es der Homologie der Organe nach kaum anders sein konnte, und wie es übrigens Hr. Ecker[1] und Hr. Marcusen[2] schon angaben.

Die Äste der elektrischen Nerven treten in mehreren parallelen Längsreihen geordnet zwischen die Platten, wo sie sich in Zweige auflösen, die sich an den von vorn nach hinten einander folgenden Platten ähnlich vertheilen, wie die entsprechenden Zweige an die von oben nach unten einander folgenden Torpedo-Platten.

---

[1] Untersuchungen zur Ichthyologie u. s. w. A. a. O.
[2] Mémoires etc. S. 99.

III. Torpedo spec.

1. Übersicht der von Prof. Fritsch an Ort und Stelle beobachteten Torpedineen.

Zur Untersuchung von Torpedo hatte Prof. Fritsch schon einen Ausflug von Cairo nach Suez gemacht. Von Aegypten begab er sich, wie gesagt, zuerst nach Smyrna, dann nach Neapel, zuletzt nach Triest. An diesen verschiedenen Punkten bekam er folgende Arten und Abarten der Torpedo zu sehen.

1. *T. ocellata* oder *oculata*, die gewöhnlich als dem Tyrrhenischen Meer angehörig betrachtet wird. auf dem Fischmarkt in Alexandrien, und in Neapel.

2. *T. panthera* Ehrbg. in Suez. Sie sieht verschieden aus von der schwer davon zu trennenden *T. sinus persici* Rüppel, welche Prof. Fritsch in den hiesigen Sammlungen studirt hatte. Zuerst erhielt er von der T. panthera nur zwei Weingeistexemplare von einem Sammler in Suez, Hrn. Hoffinger aus Ungarn. Auf einer Bootfahrt, welche einen ganzen Tag dauerte, sahen zwar seine Leute im flachen Wasser zwei Zitterrochen, liefen aber vor ihnen davon. Später floss ihm, durch Hrn. Hoffinger, conservirtes Material von dieser Species reichlich zu.

3. *T. marmorata*, zunächst in Smyrna. Obgleich während der Weihnachtstage die Berggipfel in Schnee gehüllt waren und Prof. Fritsch im Zimmer nur 7° C. hatte. lag doch schon am Tage nach seiner Ankunft eine lebende Torpedo auf seinem Secirtisch, und als der eisige Sturm etwas nachliess, erhielt er täglich soviel Exemplare er wollte, von allen Grössen bis zu 39^{cm} Länge, wenn er es wünschte, noch lebend. Die Meinung, welche er sich früher bei kurzem Aufenthalt in Smyrna gebildet hatte, als befinde sich unter den hier vorkommenden Zitterrochen eine besondere Abart der T. marmorata, bestätigte sich bei genauerer Prüfung nicht. T. marmorata wurde natürlich auch in Neapel und Triest beobachtet.

4. *T. marmorata, var. annulata.* So nennt Prof. Fritsch vorläufig eine Abart, die er in Neapel und in Triest in je einem Exemplare lebend, und durch Hrn. Tschudi's Güte (s. oben S. 16) auch von Alexandrien in Weingeist erhielt. Ausser durch einen gleich zu erwähnenden wichtigen Umstand unterscheidet sie sich von T. marmorata durch ringförmige Flecke auf Rücken und Schwanz (Neapel), oder auch nur auf dem Schwanz (Triest und Alexandrien). Möglicherweise handelt es sich um die vom Prinzen von Canino *T. Nobiliana* genannte, anders abzugrenzende Form. Die vollständige Diagnose würde lauten:

T. marmorata, var. annulata. Corpore anteriore satis lato, cauda angustiore et breviore; spiraculis reniformibus filamentis solidis variabilibus circumdatis; colore griseo vel fusco dorsi annulis nonnullis obscuris sparsim positis decorati; columnis numero D—DC in utroque organo electrico.

In diese Diagnose ist zum ersten Mal die Zahl der Säulen im elektrischen Organ aufgenommen. Es wird zweckmässig sein, an die Gründe zu erinnern, aus denen sich dies fortan empfiehlt.

2. Der DELLE CHIAIE-BABUCHIN'sche Satz von der Praeformation der elektrischen Elemente.

Als DELLE CHIAIE's und Hrn. BABUCHIN's Satz von der Praeformation der elektrischen Elemente bezeichnete ich im Werk über den Zitteraal[1] die Lehre, wonach in den elektrischen Organen, nach deren erster Anlage, keine neuen Elemente sich bilden: JOHN HUNTER's Meinung zuwider, wonach stets neue Säulen entstehen. HUNTER kam zu dieser Meinung durch eine einzige absonderliche Beobachtung. Er hatte bei einem gewöhnlichen grossen Zitterrochen, von nicht völlig 46^{cm} Länge, etwa 470 Säulen in jedem Organ gezählt, als (1773) zu Torbay an der Küste von Devonshire zwei Zitterrochen von ganz ungewöhnlicher Grösse, 122^{cm} lang und 24^{kgr} schwer, gefangen wurden. Bei einem dieser Riesen fand HUNTER in dem einen Organ 1182 Säulen. Da er ohne Weiteres annahm, dass die grossen Thiere ältere Individuen derselben Art seien wie die kleinen, schloss er leichthin, dass die Säulen sich beim Wachsthum vermehren, und da er am Umfang des Organes kleinere Säulen sah, dass von dort her jährlich die Apposition neuer Säulen erfolge, wie die Bildung neuer Zähne (setzt er unbegreiflicherweise hinzu) im wachsenden menschlichen Kiefer. Zehn Jahre später pflichtete ihm MICHELE GIRARDI bei, jedoch auch ohne jeden Beweis; denn unter seinen vier Fischen zeigte zwar einer statt der sonst von ihm im Mittel gefundenen 485 nur 275 Säulen, doch fehlt die Länge sämmtlicher vier Fische, und es bleibt Einem überlassen sich zu denken, dass vielleicht jenes säulenärmere Thier ein junges war.

Erst nach fünfzig Jahren wurde wieder einmal die Säulenzahl in einem Torpedo-Organ bestimmt. Hr. HENLE fand 1834 bei seiner *Narcine dipterygia* von der östlichen Südsee nur 130 Säulen, und deutete dies der HUNTER'schen Ansicht gemäss auf die Jugend des nur 6^{cm} langen Exemplars. Uebrigens ruhte die Angelegenheit, mit der ganzen thierischen Elektricität, meines Wissens vollständig, bis DELLE CHIAIE 1839 die entgegengesetzte Behauptung aufstellte, »dass die Säulen des »Zitterrochen durch Intussusception wachsen, indem sich davon die»selbe Anzahl entwickelt, welche im Embryo in Miniatur vorhanden »ist, bloss durch deren allmähliche Zunahme an Masse und Grösse.«

---

[1] S. dort im Register den Artikel: »Praeformation«.

Delle Chiaie hat für seinen Satz Zahlen nicht angeführt, und dessen Richtigkeit konnte zweifelhaft erscheinen, als 1842 Hr. Valentin bei einem Foetus von *T. Galvanii* nur 298 Säulen gegen 410 bei einem erwachsenen Thiere fand. Aber Rud. Wagner nahm sich 1847 mit Hrn. Leuckart's Hülfe des delle Chiaie'schen Satzes gegen Hrn. Valentin an, indem er selber rund 400, Hr. Leuckart 410 Säulen bei Foetus von T. ocellata zählte.

Wiederum kümmerte sich Niemand mehr um diese Frage, bis neuerlich Hr. Babuchin deren Wichtigkeit in's rechte Licht setzte. Vom entwickelungsgeschichtlichen Standpunkt aus auf denselben Satz geführt wie delle Chiaie, dehnte er ihn auf die elektrischen Platten aus. Auch für die elektrischen Platten von Malopterurus stellte er ihn auf, freilich ohne ontogenetische Herleitung und ohne ziffermässige Belege. Endlich behauptete Boll sogar, dass auch die Zahl der Ganglienzellen im elektrischen Lappen des Zitterrochen stets dieselbe bleibt.

Indem ich alle bis dahin vorgenommenen Zählungen der Säulen des Gymnotus-Organes mit den vom verstorbenen Sachs herrührenden verband, machte ich es sehr wahrscheinlich, dass der Satz von der Praeformation auch beim Zitteraale gilt.[1] Prof. Fritsch, welcher eigene Untersuchungen an Weingeist-Exemplaren mit ungleich besserer Einsicht in die dabei zu beobachtenden Regeln anstellte als seine Vorgänger, gelangte zum gleichen Ergebniss, ja er fand die grösseren Säulenzahlen, vielleicht zufällig, bei kleineren Individuen. Doch schwankt nach ihm die Säulenzahl bei Gymnotus überhaupt zwischen weiten Grenzen, 50 und 100.[2]

Wie ich auseinandersetzte, lassen sich für diese Schwankungen, mit Hinblick auf die von Hrn. Babuchin erkannte Entstehung der elektrischen Organe aus Muskeln, zwei Erklärungen geben. Entweder wird in verschiedenen Individuen eine verschiedene Menge embryonalen Muskels zu elektrischem Gewebe umgewandelt, oder die Umwandlung geschieht auf verschiedener Entwickelungsstufe des Muskels, da nämlich, im embryonalen Zustande, die Muskelbündel sich vermehren.[3] Auch beides zugleich ist denkbar, und die Praeformationslehre also genauer dahin zu fassen, dass sie erst nach Umwandlung des embryonalen Muskels in elektrisches Gewebe in Kraft tritt.

Es bedarf nicht des Beweises, wie sehr durch diese Einsichten die Zählung der elektrischen Elemente, zunächst der Säulen, bei den verschiedenen elektrischen Fischen an Bedeutung gewann, welche man früher nur wegen ganz verfehlter Theorien über den Mechanismus des

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 31. 32.
[2] Ebenda, S. 361. 393.
[3] Ebenda, S. 405.

Schlages vornahm.[1] Bei Gymnotus und bei Malopterurus, deren Entwickelung noch unbekannt ist, ersetzt die Zählung der Säulen und Platten bei jungen und alten Individuen den ontogenetischen Beweis der Praeformationslehre. Da noch keine Zählung der Malopterurus-Platten vorlag, war Ausfüllung dieser Lücke eine von Prof. FRITSCH's Aufgaben, deren Lösung ihm hoffentlich an dazu besonders aufbewahrtem Material gelingen wird.[2]

Aber bei den Torpedineen, wo Hr. BABUCHIN seine Lehre entwickelungsgeschichtlich durchführte, erhält sie noch ein anderes Interesse. Nach dieser Lehre kann es zwar Species mit gleicher Säulenzahl geben, weichen aber bei zwei sonst nicht sehr verschiedenen Torpedineen die Säulenzahlen im Durchschnitt einer hinlänglichen Anzahl von Zählungen mehr von einander ab, als die Breite der individuellen Schwankungen es gestattet, so wird man annehmen dürfen, dass man es mit verschiedenen Arten zu thun habe. Mit anderen Worten, die mittlere Säulenzahl gehört fortan zur Diagnose einer Torpedineen-Species, und das System der Torpedineen ist mit Rücksicht auf diesen Punkt zu revidiren. So unbeachtet war letzterer bisher geblieben, dass in den systematischen Monographien der Torpedineen die Säulenzahl kaum erwähnt wird,[3] und dass ich, als ich selber hier Hand an's Werk zu legen versuchte, in der umfangreichen, zweihundert Jahre alten Literatur über den Zitterrochen nicht mehr als die oben angeführten, im Ganzen sechszehn Zählungen an vierzehn Individuen vorfand.[4]

Unter den Ergebnissen dieser Zählungen fallen zwei sehr auf, das HUNTER'sche durch seine Grösse, und das HENLE'sche durch seine Kleinheit. Während die übrigen vierzehn Zahlen selbst mit Hinzunahme von den drei sicher zu kleinen GIRARDI's und Hrn. VALENTIN's im Verhältniss von 265 : 520 = 1 : 1.963 schwanken, was auch bei Gymnotus vorkommt (s. oben), fällt N. dipterygia mit nur 130, die HUNTER'sche Torpedo mit 1182 Säulen aus der Reihe.

Unter diesen Umständen war es ein vorzügliches Augenmerk des Prof. FRITSCH auf seiner Reise, durch zahlreiche zuverlässige Zählungen die Grundlage zu schaffen, um das System der Torpedineen an der Hand der Praeformationslehre zu revidiren.

---

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 50.

[2] S. die erste Hälfte dieses Berichtes, in den Monatsberichten, a. a. O. S. 1152; — im Archiv, a. a. O. S. 64.

[3] Untersuchungen u. s. w. S. 405.

[4] Siehe die Tabelle in den Untersuchungen u. s. w. S. 403.

3. *Prof. Fritsch's Säulenzählungen am Zitterrochen-Organ.*

Bei dem einfachen und regelmässigen Baue des Zitterrochen-Organs stösst zwar das Zählen der Säulen nicht auf so tiefliegende Schwierigkeiten wie an Gymnotus,[1] immerhin bleibt es ein mühsames und zeitraubendes Geschäft. Nach Hrn. Valentin erleichtert man es sich, indem man jede gezählte Säule mit Tinte betupft.[2] Das Organ muss trocken, die Tinte, oder was man sonst anstatt ihrer benutzt, dickflüssig genug sein, damit nicht die Tüpfel zerfliessen. Prof. Fritsch fand es vortheilhaft, die Bezeichnung auf einer über dem Organ angebrachten Glasplatte vorzunehmen. Um ferner ruhig und bequem mehr Organe auszuzählen, als es an Ort und Stelle anging, und als er ohne viel Umstände mitnehmen konnte, photographirte er die Organe. Beide Methoden haben vor der Zählung am Organ selber den Vorzug, dass man die Zählung beliebig zu wiederholen vermag, das Photographiren noch den, dass man dabei zu kleine Organe vergrössern, zu grosse verkleinern kann. Doch bleibt die Zählung am Organ selber natürlich die sicherste. In einzelnen Fällen nahm Prof. Fritsch sie an einem horizontalen (frontalen) Schnitt durch das Organ vor.

Folgende, der Akademie aus Florenz unter dem 28. Februar d. J. eingesandte Tabelle zeigt das Ergebniss von sieben Zählungen, welche Prof. Fritsch aus der grossen Zahl der von ihm in der zoologischen Station zu Neapel vorgenommenen herausgriff. Die Ordnungsnummern sind die seiner ursprünglichen Protocolle, die einzelnen Zählungen nach der Länge der Organe geordnet, welche, ein bemerkenswerther Umstand, wegen relativ verschiedener Länge des Schwanzes, der Länge des Fisches nicht immer proportional ist (s. No. 28 und 15).

Zahl der Säulen in einem elektrischen Organ von Torpedineen.

No.	Species	Länge des Fisches in Mm.	Länge des Organs in Mm.	Säulenzahl am Rücken	Säulenzahl am Bauch	Unterschied
20	T. ocellata	121	37	+ 487	491	− 4
23	» marmorata	216	66	469	536	− 67
28	» ocellata	161	68	406	frontaler Schnitt, Zählungen an der dorsalen Fläche der ventralen Hälfte	
17	» »	335	98	379	404	− 25
15	» »	373	114	396	426	− 30
14	» marmorata	357	123	446	484	− 38
30	» ocellata	405	128	404	436	− 32

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 58. 359.
[2] Ebenda S. 404.

4. *Unterschied der Säulenzahl an der Rücken- und Bauchfläche der Organe.*

Für die Genauigkeit, mit welcher bisher hier verfahren wurde, ist es maassgebend, dass zwar Girardi sich die Mühe nahm[1] an zwei Fischen die Säulen beider Organe zu zählen, wobei nichts herauskommen konnte, dass es aber vor Prof. Fritsch Niemand einfiel, die Säulen an Bauch- und Rückenfläche desselben Organes zu zählen. Und doch lehrt die Tabelle, dass sich dabei sehr häufig am Bauch mehr Säulen als am Rücken finden, nach dem Durchschnitt der Tabelle im Verhältniss von etwa 108 : 100. Bisher wurde stets ohne Weiteres angenommen, dass alle Säulen von Polfläche zu Polfläche durch die Dicke des Organes hindurchgehen. Nach jenem Zählungsergebniss entsteht die Frage, ob nicht vom Bauch aufwärts strebende Säulen, ähnlich wie bei Gymnotus, im Organ endigen, ohne die Rückenfläche zu erreichen. In einigen Fällen fand auch Prof. Fritsch beim Zerbröckeln gehärteter Organe freie Säulenenden besonders unter den starken Nervenstämmen. Doch hält er dies Vorkommen für kein normales, sondern glaubt, dass die grössere Säulenzahl am Bauche meist nur auf der grösseren Schwierigkeit der Zählung am Rücken beruhe, wo besonders am Umfange des Organes Haut und Fascie einer genauen Aufnahme der hier sehr dünnen Säulen hinderlich sind: zum Theil aus Gründen, welche in der Entwickelung des Organes wurzelnd unten noch zur Sprache kommen (S. 494). Bei ausserordentlich sorgfältiger Zählung am Organ selber gelang es Prof. Fritsch an zwei Exemplaren von T. marmorata aus Triest gleiche oder fast gleiche Säulenzahl an beiden Flächen zu erhalten: nämlich bei dem einen 320^{mm} langen an Rücken und Bauch 494, bei dem anderen 268^{mm} langen am Rücken + 456, am Bauch 463: Unterschied — 7 Säulen.

5. *Vergleichung der Säulenzahl bei grossen und kleinen Zitterrochen.*

Demnächst lehrt die Tabelle, dass, der Praeformationslehre gemäss, bei Schwankungen der Organlängen von 37 bis zu 128, oder von 1 zu $3^1/_2$, die Zahl der Säulen nicht bloss merklich dieselbe bleibt, sondern dass sogar kleinere Individuen grössere Säulenzahlen aufweisen, wie sich dies merkwürdigerweise auch bei Gymnotus herausstellte (s. oben S. 483). Dabei kommt noch in Betracht, dass an kleineren

---

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 403. 404.

Thieren naturgemäss Säulen leichter übersehen werden als an grösseren, was wahrscheinlich auch der Grund von Girardi's und Hrn. Valentin's zu kleinen Zahlen war.[1]

6. *Vergleichung der Säulenzahl bei verschiedenen Arten von Torpedineen.*

Die Zahl der Säulen in jedem Organ von T. marmorata und ocellata schwankt zwischen 400 und 500; doch wurde T. marmorata sehr regelmässig säulenreicher gefunden, als T. ocellata (nach der

[1] Ich fand es nöthig, Prof. Fritsch's Tabelle das Datum der Einsendung an die Akademie beizufügen, weil etwa ein Monat nach ihm Hr. Dr. Th. Weyl aus Erlangen in der zoologischen Station in Neapel gleichfalls Torpedo-Säulen zählte, und seine Ergebnisse schon im *Centralblatt der medicinischen Wissenschaften* vom 22. April d. J. (No. 16. S. 273—277) veröffentlichte. Hr. Weyl hat in 19 Zählungen Girardi's Beobachtung bestätigt, dass in den beiden Organen nicht immer gleich viel Säulen vorhanden sind (s. vorige Seite). Er hat auch in drei Fällen eine grössere Säulenzahl am Bauch als am Rücken gefunden; in einem vierten Falle das Gegentheil, so dass er nicht im Klaren ist. Er hätte in der Station, wo Prof. Fritsch's Ergebnisse bekannt genug waren, leicht Auskunft erhalten können.

Im Anschluss an meine Erörterungen in den »Untersuchungen am Zitteraal« setzte sich Hr. Weyl bei seinen Zählungen besonders vor, den delle Chiaie-Babuchin'schen Satz zu prüfen. Er fand bei kleinen Thieren in der Regel weniger Säulen als bei grossen. Die Ausnahmen, auf welche er stiess, sucht er dadurch zu erklären, dass die kleinen Thiere mit zu viel Säulen Zwerge, die grossen mit zu wenig Säulen also Riesen waren. Die ausführliche Mittheilung von Prof. Fritsch's Zählungen wird es fraglich erscheinen lassen, ob nicht vielleicht Hr. Weyl, wo er eine seiner Ansicht nach zu grosse Säulenzahl bei kleinen Thieren fand, einfach genauer gezählt hatte als sonst. Ergäbe es sich aber auch wirklich, was nicht unmöglich ist, dass kleinere Thiere durchschnittlich etwas weniger Säulen haben, so folgte daraus noch keineswegs der Sturz der Praeformationslehre. Denn, wie Prof. Fritsch bemerkt, nichts beweist, dass die kleineren Thiere mit weniger Säulen sich zu grösseren mit mehr Säulen entwickeln, vielmehr ist sehr denkbar, dass sie als minder begünstigte Individuen in grösserem Verhältniss zu Grunde gehen, so dass die übrig bleibenden durchschnittlich mehr Säulen aufweisen. Hätte wenigstens Hr. Weyl, von dessen Thieren vier trächtig waren, die Säulenzahl bei den Foetus mit der bei den Müttern verglichen.

Wer die Praeformationslehre anzugreifen unternimmt, ist gehalten, Säulen in Zustand des Entstehens nachzuweisen. Hr. Weyl erinnert statt dessen nur an Hunter's Beobachtung, dass am Umfange des Organs die Säulen am kleinsten sind. Nichts kann jedoch unbilliger sein, als Hunter's seichtes und flüchtiges Urtheil über diesen Punkt, welches seine lange Geltung nur der allgemeinen Unkenntniss und Gleichgültigkeit verdankte (s. oben S. 482. 483), in die Wage legen zu wollen gegen Hrn. Babuchin's ausdauernde, tief überlegte Forschung, Carl Sachs' fast verzweiflungsvolles Suchen nach Übergangsformen zwischen Säulen und Muskelbündeln bei Gymnotus.

Hr. Weyl fragt, ob nicht das elektrische Organ wie jedes andere durch Übung an »activer Substanz« zunehmen sollte. Es ist gewiss möglich, dass eine elektrische Platte in Folge erhöhten Stoffwechsels bei häufiger Thätigkeit an Substanz zunehme. Wer aber Bau und Entstehung einer Torpedo-Säule sich vergegenwärtigt, wird Vermehrung der Säulenzahl durch häufiges Schlagen nicht viel glaublicher finden, als Vermehrung der Zähne durch häufiges Kauen, der Augen durch häufiges Sehen.

Tabelle im Verhältniss von 113 : 100). T. panthera gab bei freilich nur einer Zählung die ganz gewöhnliche Zahl von 453 Säulen.

Oben war die Rede von einer neuen, von Prof. Fritsch unterschiedenen Abart der T. marmorata, welche er wegen ihrer ringförmigen Flecken var. annulata nennt. Sie war ihm in Neapel nicht allein dadurch, sondern auch durch ihre grosse Säulenzahl aufgefallen, welche bei einem 141 ^{mm} langen Exemplar am Rücken 601, am Bauche 615 betrug. Sein Erstaunen war daher nicht gering, als er bei dem zweiten ähnlich gezeichneten Exemplar, von 137 ^{mm} Länge, welches ihm in Triest gebracht wurde, eine ähnlich hohe Zahl, 548, fand, während sonst die Triestiner Tt. marmoratae immer nur 460—500 Säulen zeigten. Dadurch aufmerksam gemacht darauf, dass zwischen den Ringflecken und der hohen Säulenzahl vielleicht ein Zusammenhang bestehe, zählte er auch eins der Alexandriner Exemplare mit Ringflecken auf dem Schwanze aus, und gelangte wiederum zur ungewöhnlich hohen Zahl 541.

In Wien fand Prof. Fritsch Gelegenheit zur Untersuchung mehrerer Exemplare von *Narcine brasiliensis.* Die Anordnung der Säulen weicht etwas von der bei T. marmorata und ocellata ab, besonders durch den länglichen Querschnitt der lateralen Säulen, aber die Säulenzahl ergab sich als fast dieselbe. Sie betrug 450—460; auch hier übertraf die Zahl am Bauch um ein Geringes die am Rücken. Bei einem Foetus derselben Art blieb die Zahl hinter der bei erwachsenen Thieren nicht wesentlich zurück; die Zählung ergab ungefähr 430 Säulen.

Dagegen bei N. dipterygia Henle, *Astrape dipterygia* Müll. Henle, bei welcher Hr. Henle selber nur 130 Säulen gezählt hatte (s. oben S. 482), fand jetzt Prof. Fritsch die zwar grössere, aber im Vergleich zu T. ocellata, marmorata und panthera doch immer noch viel zu kleine Zahl von 203 Säulen. Hrn. Henle's Exemplar war sehr klein, daher er einige Säulchen übersehen haben mag.

Aus diesen Thatsachen scheint sich Folgendes zu ergeben. Bei mehreren als »gute Species« zu betrachtenden Torpedineen — T. ocellata, marmorata, panthera, N. brasiliensis — ist abgesehen von individuellen Schwankungen die Säulenzahl ziemlich dieselbe. Ein geringer specifischer Unterschied dieser Zahlen bei T. marmorata und ocellata ist vielleicht vorhanden. Zur sicheren Begründung solchen Unterschiedes sind Mittelzahlen aus zahlreicheren Beobachtungen nöthig, als Prof. Fritsch sie bei kurzem Aufenthalt an den verschiedenen Stationen sammeln konnte. Die, wie es scheint, regelmässig hohe Säulenzahl der var. annulata (gleichviel ob mit T. Nobiliana Bon. einerlei oder nicht) ist kaum anders zu deuten als durch die Annahme, dass man Ausläufer oder auch atavistische Wiederkehr einer durch Ringflecken

und grössere Säulenzahl ausgezeichneten Form vor sich habe. Endlich die über jede Möglichkeit einer Täuschung hinaus abnorm kleine Säulenzahl der Astrape dipterygia rechtfertigt vollauf deren Trennung von der N. brasiliensis, und bestätigt die Bedeutung, welche ich, von der Praeformationslehre aus, der Säulenzählung für die Systematik der Torpedineen beimass. Nichts könnte jetzt hier erwünschter sein, als die Gelegenheit, die Säulenzahl bei Astrape capensis zu bestimmen; es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie eine ähnlich kleine sein werde, wie bei A. dipterygia.

7. *Das Räthsel der Hunter'schen Riesen-Zitterrochen wird gelöst.*

Wie dem auch sei, im hohen Grade räthselhaft erscheint nach dem Allen jene vereinzelte Beobachtung Hunter's. Ein einziges Mal, an der nördlichen Verbreitungsgrenze der europäischen Torpedineen, werden zwei, diese weit an Grösse überragende Zitterrochen gefischt, und ihre Säulenzahl ist fast die doppelte von der grössten sonst je vorgekommenen, der von Prof. Fritsch an der Neapolitaner Ringflecken-Varietät beobachteten von 615 Säulen (s. vorige Seite). Der in den »Untersuchungen am Zitteraal« von mir gezogene Schluss, dass es hier um eine andere Species sich handele, scheint jetzt vollends unausweichlich, und wenigstens der Erwägung werth meine Frage, ob jene beiden Riesen vielleicht überlebende Abkömmlinge der sonst ausgestorbenen, im Abdruck 133^{cm} langen Art, *T. gigantea*, seien, deren Reste die eocaenen Schichten des Monte Bolca bergen. Warum sollten in so seltener Art bevorzugte Geschöpfe nicht so gut wie einzelne Ganoïden die Umwälzung überdauert haben, welche der Mehrzahl ihrer Zeitgenossen verderblich ward?

In der Hoffnung, in den Wiener Sammlungen ein Exemplar der T. gigantea anzutreffen, wurde Prof. Fritsch getäuscht. Aber die Lösung des Hunter'schen Räthsels war dort in anderer Art vorbereitet.

Als Prof. Fritsch den Director des K. K. zoologischen Hof-Cabinetes, Hrn. Prof. Franz Steindachner, nach amerikanischen Torpedineen fragte, theilte dieser ihm mit, dass die beiden einzigen in Europa vorhandenen Exemplare einer sehr merkwürdigen amerikanischen Art von ihm selber aus Amerika mitgebracht und in seinem Besitze seien. Diese Art, *T. occidentalis* Storer, wurde schon vor vierzig Jahren von David Humphreys Storer in mehreren, wie es scheint, wenig bekannt gewordenen

Notizen beschrieben:[1] sie fehlt in Hrn. Günther's Katalog der Fische des British Museum. »Staunend stand ich«, schreibt Prof. Fritsch, »vor diesen gigantischen Torpedokindern, die Hr. Steindachner »mühsam herbeischleppte, da sie trotz der Weingeistschrumpfung noch »ein Meter lang waren, und frisch jedes etwa fünfundzwanzig Pfund »gewogen haben mochten.« Doch waren dies bei weitem nicht die grössten, ja nicht einmal grosse Exemplare ihrer Art.

Die Kenntniss der T. occidentalis verdankt man wesentlich einem Seefischer von Gewerbe, Captain Nathaniel E. Atwood von Provincetown, an der Spitze des Cape Cod, welches südlich von Boston die nach Nord offene Cape Cod Bay vom Ocean trennt. Nach Atwood's Bericht stranden die Riesen-Zitterrochen im September, October und November, je nach den Jahren in wechselnder Häufigkeit, auf der sandigen Ostküste des Cape Cod. Die kleinsten sind zwei Fuss lang und wiegen nicht über zwanzig Pfund; die grössten, nach Storer fünf Fuss engl. (152^{cm}) langen, schätzt Atwood, ohne sie wirklich gewogen zu haben, auf 170—200 Pfund. Der grösste Umfang der Scheibe betrug nach ihm zwölf Fuss, oder ihr Durchmesser etwa vier Fuss.[2] Der Schlag war so stark, dass Atwood mehrmals davon zu Boden stürzte, »wie mit der Axt gefällt«. Doch kam es auch vor, dass die Thiere nicht schlugen. Die Schläge wurden durch eine Harpune, ein Seil auf acht bis zehn Fuss Abstand vom Fische gespürt, und waren beim Ausweiden sehr hinderlich, welches wegen des Oeles aus der Leber geschah.

Diese Angaben rühren von keinem wissenschaftlichen Mann her und mögen im einen oder anderen Punkt übertrieben sein. Doch brachte Captain Atwood im October 1845 ein lebendes Exemplar von Provincetown hinüber nach Boston, welches Storer und Jackson an Bord der Schmack sahen, und welches sechszig Pfund wog. Also auch wenn Monteiro's Nachricht von vierzig Pfund schweren Zitter-

---

[1] Notice of the Discovery of an Electrical Fish on our coast: in a letter from D. Humphreys Storer to the Editors, dated Boston, Dec. 23, 1842. In: Silliman's American Journal of Science and Arts. April. 1843. vol. XLIV. p. 213; — Description of a new species of Torpedo. Read before the American Academy of Arts and Sciences. April 25th, 1843. Ibidem. October 1843. vol. XLV. p. 165 (Abbildung); — A History of the Fishes of Massachusetts. In: Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Cambridge and Boston. 4. New Series. vol. IX. P. I. 1867. p. 247 (Abbildung). — S. auch an den mir nicht zugänglichen Stellen: Storer, Synopsis, und: On a living specimen of Torpedo occidentalis (1845), in: Proceedings of the Natural History Society of Boston. II. 1848. p. 71.

[2] Auch wenn mit dem Durchmesser die Breite der Scheibe gemeint ist, stimmt diese Angabe Atwood's nicht völlig zu der Storer's über die Länge, da die Breite der Scheibe zur Länge des Fisches sich nach Storer's Messung wie 4:5.6, nach seinen beiden (hierin offenbar wenig genauen) Abbildungen wie 4:6.1; 4:5.2 verhält.

aalen im Amazonas richtig wäre,[1] bliebe T. occidentalis der weitaus grösste elektrische Fisch. Gemessen wurde jenes Exemplar nicht: aber das von Storer genauer beschriebene, von dem leider wieder das Gewicht fehlt, war 127^{cm} lang und 91^{cm} breit; das Maul 15^{cm} lang; der Augapfel hatte 32^{mm} Durchmesser. Die Organe waren 38^{cm} lang, 20^{cm} breit. Der Rücken zeigt auf dunkelbraunem Grunde wenige fast schwarze Flecke, also keine Ringflecke. Storer glaubte zuerst es nur mit T. Nobiliana Bon. zu thun zu haben, doch fand er bei näherer Prüfung solche Abweichungen der Scheibe, der Flossen u. s. w., dass er sich für berechtigt hielt, seinen Fisch für eine neue Art anzusprechen. Dessen wichtigstes specifisches Merkmal aber sollte ihm entgehen, und blieb nach vierzig Jahren aufzudecken Prof. Fritsch bei seinem Aufenthalt in Wien vorbehalten.

Hr. Steindachner gestattete nämlich bereitwilligst die Untersuchung der Organe seiner Exemplare, und mit lebhafter Genugthuung sah Prof. Fritsch das über der Hunter'schen Säulenzahl schwebende Dunkel sich lichten. An der Bauchseite des rechten Organes nach Ablösung der Haut fanden sich bei dem besser erhaltenen Exemplare 1037, bei dem minder gut erhaltenen jedenfalls auch etwa 1000 Säulen.

Danach kann kaum ein Zweifel sein: Hunter's Riesen-Zitterrochen waren an die englische Küste durch den Golfstrom verschlagene Exemplare von T. occidentalis. Um so wahrscheinlicher ist dies, als nach Hrn. Steindachner im Gegensatz zu anderen Torpedineen, welche sandige Küsten vorziehen, jene nordamerikanische Art die hohe See liebt.

Ich war so glücklich, in der Literatur noch zwei muthmaassliche Fälle desselben Vorkommens aufzufinden. Der 1815 verstorbene Colonel Montagu, Verfasser eines ornithologischen Lexicons und der »Testacea Britannica«, berichtet als Augenzeuge, dass ein Zitterroche von etwa einhundert Pfund Gewicht (also doppelt so schwer als Hunter's Exemplare) sich auf der Höhe von Tenby an der Küste von Wales am Steinbutt-Haken gefangen habe; als die Fischer ihn losmachten, war das Thier schon todt. Der Fall sei so selten, dass Niemand den Fisch kannte.[2] Sodann sah 1840 William Thompson, Vice-President of the Natural History Society of Belfast, im Museum des College of Surgeons in Dublin den Abguss eines 1830 auf der Höhe von Dublin gefangenen Zitterrochen von 38″ engl. (97^{cm}) Länge und 28″ (71^{cm}) Breite.[3] Europäische Torpedineen werden nicht so gross.[4] Keiner

[1] Archiv für Physiologie, 1882. S. 79.

[2] Will. Yarrell, A History of British Fishes. London 1836. Vol. II. p. 411. — Über Montagu s. vol. I. p. vi. 164.

[3] Annals of Natural History or Magazine of Zoology etc. Conducted by Sir W. Jardine etc. 1840. vol. V. p. 295.

[4] Untersuchungen u. s. w. S. 33.

von beiden Fällen wurde seiner Zeit zu dem Hunter'schen in Beziehung gebracht; dass die Säulen ungezählt blieben, braucht kaum gesagt zu werden.

Ob T. occidentalis in gerader Linie von T. gigantea abstamme, die sie an Länge noch übertrifft, wird nie entschieden werden. Aber die Art, wie die Praeformationslehre hier zur Lösung eines hundertjährigen Räthsels führte, scheint wohl geeignet, die Aufmerksamkeit der systematischen Zoologie auf den ihr von der Physiologie angebotenen Dienst zu lenken.

8. *Die Praeformationslehre durch Plattenzählungen auf die Probe gestellt.*

Hr. Babuchin dehnte, wie bemerkt (s. oben S. 483), die Praeformationslehre auf entwickelungsgeschichtlichem Wege auch auf die elektrischen Platten des Zitterrochen aus, doch ist der Nachweis unentbehrlich, dass die Plattenzahl bei jungen und alten Thieren dieselbe sei. Bei der Regelmässigkeit des Baues des Torpedo-Organs, und dessen besser beherrschbaren Grössenverhältnissen wird dieser Nachweis hier jedenfalls leichter zu liefern sein, als am Zitteraal und Zitterwels. Ist es wohl glaublich, dass nach den unzähligen Untersuchungen des Torpedo-Organs noch jede Beobachtung der Art fehlt? Alles was wir wissen, und auch dies nur durch eine einzige Messung von Boll, ist, dass bei kleinen Zitterrochen die Platten dünner sind als bei grossen.[1] Prof. Fritsch fand die Anfertigung von Säulenlängsschnitten, also auch von Plattenzählungen, an frischen Organen unausführbar; doch wurde deren Conservirung mit Rücksicht auf diese Aufgabe geleitet.

9. *Homologie des Torpedo-Organes.*

Nachdem Hr. Babuchin die Entstehung der elektrischen Organe bei Torpedo und Raja aus umgewandeltem Muskel bewies, entstand für jeden mit solchen Organen versehenen Fisch die Frage, welche Muskeln dazu verwendet worden seien. Prof. Fritsch fasste zuerst den Plan, dadurch, dass er dem Gymnotus fehlende Muskeln bei dessen Verwandten nachwies, nicht allein jene Frage zu beantworten, sondern zugleich den für die Entstehung der Organe aus Muskeln bei Gymnotus noch nicht gelieferten entwickelungsgeschichtlichen Beweis einiger-

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 279. 405.

maassen zu ersetzen. Dies war zum Theil der leitende Gedanke der zweiten den »Untersuchungen am Zitteraal« angehängten Abhandlung des Prof. Fritsch. Der gänzliche Mangel auch an glatten Muskeln, welche sich hätten in elektrisches Gewebe verwandeln können, bei Malopterurus, drängte ihn dann zur Annahme, dass das Homologon des elektrischen Organes bei diesem Fisch nicht in Muskeln, sondern in den Schleimzellen der Haut zu suchen sei.[2]

Jetzt wurde es eine seiner vornehmsten Aufgaben, den Muskeln vergleichend anatomisch nachzuspüren, welche das Material zum Torpedo-Organ liefern; und, wie er glaubt, ist ihm dies völlig gelungen.

Gerade bei Torpedo bestehen für die Organe so feste Grenzmarken durch die aufgebogenen Schulterknorpel aussen, die Kiemen und Kieferbogen innen, dass ein Irregehen kaum möglich ist. Mit kurzen Worten: die elektrischen Organe von Torpedo sind aus den äusseren Belegmuskeln der Bögen des embryonalen Visceralskeletes entstanden. Visceralbögen, nicht Kiemenbögen, muss es dabei heissen, um auch die nicht Kiemen tragenden Kieferbögen hinzuzunehmen. In der That entspricht gerade der vordere breite Theil der elektrischen Organe verwandelten Theilen der Kiefermusculatur, der hintere schmälere der Musculatur Kiemen tragender Bögen. Die Musculatur des letzten Bogens, dessen Nerv sich der Regel nach (s. unten S. 496) nicht in das Organ verzweigt, wird daher auch an dem Organaufbau nicht betheiligt sein. Es bleiben im Ganzen sechs, vielleicht nur fünf Bögen übrig, deren Musculatur den Stoff für die elektrischen Organe herzugeben hat. Ein vergleichender Blick auf die Musculatur irgend eines anderen Rochen und einer Torpedinee zeigt demgemäss, ein wie ansehnlicher dort vorhandener Muskelcomplex hier wegfiel.

Prof. Fritsch hat auf einer Photographie der Rücken- und Bauchseite von Raja asterias jenen Muskelcomplex roth umrissen, und die Photographie einer T. marmorata beigelegt, deren eines elektrisches Organ er möglichst schonend auslöste. Die Lücke in letzterem Bilde entspricht ihrer allgemeinen Gestalt, ihren Einkerbungen und Vorsprüngen nach sehr genau der rothen Zeichnung auf ersterem.

Die Betheiligung der Kiefermusculatur an der Entstehung des Organes macht mit einem Mal verständlich, warum der vorderste elektrische Nerv, obwohl aus einem Vaguscentrum (dem elektrischen Lappen) entspringend, in Contiguität mit dem N. trigeminus erscheint und mit ihm zugleich austritt.

Die Fascien des Organes schliessen sich noch wie die Fascien der verwandelten Musculatur den Skeletttheilen an, und verbinden sich

[2] Monatsberichte a. a. O. S. 1154 ff.; — Archiv a. a. O. S. 65 ff.

eng mit den fibrösen Hüllen der Kiemenspalten, der Mundspalte und der Nasengrube. Hieraus erklären sich die bedeutenden Unterschiede zwischen der Gestalt der Organe an der Rücken- und der an der Bauchseite, woraus wieder die Abweichungen der Säulen von der Senkrechten, und ihre zum Theil schräg pyramidale Gestalt sich ableiten lassen. Während der vordere Theil des Organs am Bauche breiter ist als am Rücken, findet hinten das Umgekehrte statt. Hier gewinnen also die Säulen vom Bauche nach dem Rücken zu an Raum, vorn verlieren sie daran. Dabei kommt es besonders am vorderen Umfange des Organes vor, dass Säulen am Rücken nicht deutlich zu Tage treten. Solche Gruppen werden bei der Zählung leicht übersehen, und so entsteht wohl meist der Unterschied in der Säulenzahl zwischen Bauch und Rücken, welcher trotz wiederholten Bemühungen bestehen bleibt.

Beiläufig ergiebt sich hier, dass Hrn. De Sanctis' Darstellung der embryonalen Entwickelung des Organes in diesem Punkt ungenau ist.[1] Hr. Babuchin hat sich über die besonderen Muskeln, deren Umwandlung in elektrisches Gewebe er so glücklich verfolgte, nicht weiter geäussert.

Hr. Ranvier hat bekanntlich bei den Rochen, wie bei den Kaninchen, zwei Arten quergestreifter Muskeln, rothe und weisse, unterschieden.[2] Die Muskeln des Kiefer- und Kiemengerüstes schienen Prof. Fritsch sämmtlich zu den weissen zu gehören; deutlich roth fand er die unteren Flossenträger, welche fast nur halb so hoch sind, wie ihre weissen Antagonisten, die oberen Flossenträger.

10. Zur Entwickelungsgeschichte der Torpedineen.

Es wird am gerathensten sein, hier sogleich anzuknüpfen, was Prof. Fritsch's Briefe noch sonst an vorläufigen Mittheilungen über Entwickelung des Torpedo-Organs enthalten. Er konnte in Triest gut erhaltene, zum Theil sehr jugendliche Embryonen untersuchen, deren kleinster etwa 1^{cm} mass. Prof. Fritsch bedauert, sich über Hrn. De Sanctis' Schilderung dieser frühen Zustände so wenig beifällig äussern zu können, wie Hr. Babuchin.[3]

In den De Sanctis'schen Figuren fehlt vor Allem die Vermittelung zwischen dem Stadium, wo das Organ schon deutlich umgrenzt erscheint, und dem, wo noch keine Spur davon da ist, also gerade der interessanteste Zeitpunkt. Dass eine so mächtige und eigenartige

---

[1] Embriogenia degli Organi elettrici della Torpedini ec. Napoli 1872. 4.

[2] Comptes rendus etc. 3 Novembre 1873. t. LXXVII. p. 1030; — Archives de Physiologie normale et pathologique, par MM. Brown-Séquard, Charcot et Vulpian. 2me Série. t. I. 1874. p. 5.

[3] Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv u. s. w. 1876. S. 505 ff.

Anlage wie das elektrische Organ nicht gleichsam mit einem Sprung ihren Platz einnimmt, versteht sich von sich selber. Prof. Fritsch glaubt deren Entstehung in das von Hrn. De Sanctis sogenannte *Stadio squaliforme* des Embryo's verfolgt zu haben, und zwar in Gestalt rundlicher Anschwellungen an den seitlichen Knickungen der Visceralbögen zu einer Zeit, wo die äusseren Kiemen noch nicht entwickelt sind. Danach könnte es sich auch um die erste Anlage eben dieser Kiemenfäden handeln, doch entstehen diese bei den verwandten Fischen mehr an der Innenseite der Bögen, wo sie in Gestalt eines am Rande fingerförmig eingeschnittenen Kammes erscheinen.

Weitere Untersuchungen werden diesen Punkt wohl unschwer aufklären. Jedenfalls ist im *Stadio raiforme* die Umgrenzung des Organs am Embryo sogleich deutlich, was aus Hrn. De Sanctis' Figuren nicht genügend hervortritt. Mit besonderer Genugthuung kannte Prof. Fritsch an solchem Embryo dieselben Einkerbungen und Vorsprünge wieder, welche er an der mir aus Florenz eingeschickten Photographie der Raja asterias roth umrissen hatte, ehe er noch das entsprechende Stadium des Torpedo-Embryo's sah.

11. *Gewichtsverhältnisse.*

Es sei P das Gewicht eines elektrischen Fisches, p das seiner Organe, $P:p = n$. John Davy fand in zwei Wägungen an unbestimmten Species von Torpedo einmal $n = 2.73$, das andere Mal $= 6.84$, ohne selber den Widerspruch zu bemerken. Hr. Steiner giebt als Mittel von 22 Wägungen an T. marmorata und ocellata $n = 3.85$. Bei Betrachtung seiner Zahlen fiel mir auf, dass ihm T. marmorata durchweg die relativ schwereren Organe lieferte: im Mittel aus 5 Wägungen war für T. marmorata $n = 3.46$, im Mittel aus 17 Wägungen für T. ocellata $= 3.96$.[1] Hr. Weyl bestimmt bei beiden Arten n zu ungefähr 5—6; den Grund der Abweichung zwischen seinen und den Steiner'schen Zahlen vermag er nicht anzugeben.[2]

Prof. Fritsch, dem die grösste anatomische Fertigkeit zur Seite stand, hebt im Gegensatz zu seinen Vorgängern hervor, dass, während die Säulenzahl angegebenermaassen in ziemlich weiten Grenzen schwankt, das relative Organgewicht, oder die Zahl n, ausserordentlich beständig bleibt. Er bestimmte das Gewicht der Organe stets erst nachdem er von Bauch- und Rückenfläche die Haut abpraeparirt hatte, und er fand n sowohl bei T. marmorata wie bei T. ocellata immer sehr nahe

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 17. 18.
[2] Monatsberichte u. s. w. 1881. S. 381.

= 4.5; doch glaubt er bemerkt zu haben, dass kleinere Exemplare im Durchschnitt ein kleineres n liefern. Bei Malopterurus hatte sich ihm das Entgegengesetzte gezeigt.[1] Das Wachsen von n beim Wachsen von Torpedo erklärt sich vielleicht aus der dabei eintretenden mächtigen Entwickelung der Rücken- und Schwanzmusculatur, während bei Malopterurus die rings vom Organ umspannte Musculatur in ihrer relativ schwachen Ausbildung verharrt. Auf alle Fälle kommen, dem relativen Organgewicht wie der elektromotorischen Kraft nach, die Torpedineen unter den Fischen mit vollkommenen elektrischen Organen am tiefsten zu stehen: da n beim Zitterwels nur noch 2, beim Zitteraal auch nur etwa 2.66 beträgt. Danach ist die von mir in den »Untersuchungen am Zitteraal« S. 19 aufgestellte Reihenfolge zu berichtigen.

12. *Zum Nervensystem der Torpedineen.*

Hr. Valentin giebt beim Zitterrochen einen fünften elektrischen Nerven an,[2] welchen neuerlich auch Hr. Aug. Ewald bestätigt.[3] Prof. Fritsch kann dazu nur sagen, dass er in genauen Zergliederungen den fünften Nerven nicht fand, und er hält sich daher für berechtigt, dessen Vorkommen, wenn es sich in einzelnen Fällen bestätigen sollte, für eine Abweichung von der Norm zu erklären.

Hr. Ranvier lässt jeder Ganglienzelle des Lobus electricus einen Wagner'schen Büschel entsprechen.[4] Da aus jeder Zelle ein Deiters'scher Axencylinder-Fortsatz hervorgeht, wird Hrn. Ranvier's Anschauung richtig sein, sobald im Verlauf der Nerven, bis zu den Büscheln hin, keine Theilungen von Nervenfasern vorkommen. Die Zählung der Fasern im Querschnitt der elektrischen Nerven wird dann auch eine bessere Art abgeben, die Zahl der Ganglienzellen zu bestimmen, als die Schätzung nach ihrer Grösse und nach dem Rauminhalt der elektrischen Lappen, wie Boll und Hr. Reichenheim sie versuchten.[5] Prof. Fritsch hat für diese Untersuchung das Material vorbereitet.

Hrn. Ranvier's Angabe, dass die Schnürringe in den elektrischen Nerven dichter stehen als in den Muskelnerven,[6] lässt sich leicht bestätigen; Osmiumpraeparate zeigten Prof. Fritsch die Ringe selber gestreckter als an Muskelnerven.

---

[1] Monasberichte u. s. w. 1881. S. 1151; — Archiv u. s. w. S. 63.

[2] Artikel: *Elektricität der Thiere*, in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Braunschweig 1842. Bd. I. S. 256.

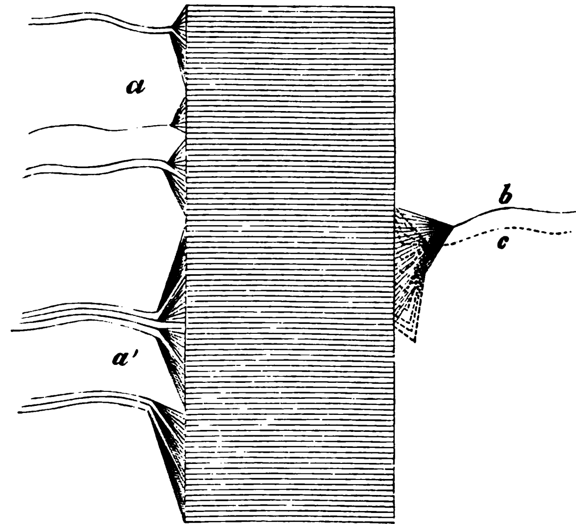
[3] Über den Modus der Nervenverbreitung im elektrischen Organ und die Bedeutung desselben für die Physiologie der Entladung des Organs. Heidelberg 1881. S. 15.

[4] Leçons sur l'Histologie du système nerveux. Paris 1878. t. II. p. 202.

[5] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 293.

[6] Leçons etc. L. c. p. 170.

Prof. Fritsch schritt auch zur Prüfung der neuerlich von Hrn. Aug. Ewald über die Wagner'schen Büschel veröffentlichten Beobachtungen.[1] Er kann die von Hrn. Ewald beschriebene regelmässige Nervenvertheilung vollkommen bestätigen, ja er möchte diese Regelmässigkeit noch schärfer betonen, da die in die Platten eintretenden Nervenfasern für ganze Plattenreihen in Reih und Glied wie Soldaten »ausgerichtet« stehen, wie es auch bei Mormyrus der Fall ist (s. oben S. 480). Dagegen konnte er sich von der von Hrn. Ewald beschriebenen hakenförmigen Umbiegung der Büschelzweige noch nicht überzeugen. Die besten Dienste leistete ihm bei dieser Untersuchung die schon so häufig mit Nutzen verwandte concentrirte Salpetersäure, zu der er nur $^1/_3$ Wasser setzte. Ein Stück Organ mit zahlreichen möglichst dünnen Säulen liess sich nach fünf Tagen unter Flüssigkeit durch leichte Berührung so zerlegen, dass isolirte Säulen mit den zutretenden Nerven umherschwammen. Unter dem Zeiss'schen Praeparirsystem erkennt man noch, dass diese Nervenästchen aus einer sehr ungleichen Zahl von Primitivfasern bestehen, und dass sie in ungleichen Abständen zur Säule treten, wie man dies links bei *a*, *a'* in beistehendem Schema



Unsymmetrische Vertheilung der zu den Säulen von Torpedo tretenden Primitivnervenfasern nach Fritsch: *a*, *a'*. — *b*, Primitivfasser und Wagner'scher Büschel ohne Zerrung. — *c*, derselbe Büschel mit geknickten Theilfasern (punktirt).

sieht, welches das hier stattfindende Verhalten ausdrückt, soweit Prof. Fritsch es vertreten zu können glaubt. Eine nothwendige Folge dieser Anordnung ist ungleiche Länge der Zweige, in welche ein

[1] Über den Modus der Nervenverbreitung u. s. w. S. 15 ff.

Axencylinder sich auflöst, um einen über oder unter dem Ausstrahlungspunkt des Büschels gelegenen Plattensatz zu versehen. Der rechts in zwei Stellungen *b* und *c* gezeichnete Büschel lehrt sodann, wie leicht dabei Hrn. Ewald's hakenförmige Knickung an den längeren Büschelzweigen zu Stande kommen kann, und bei seiner Praeparationsweise erscheint es nicht unmöglich, dass dies die Erklärung des von ihm behaupteten Bildes sei.

13. *Zur Kenntniss der elektrischen Platte.*

Nachdem von Rud. Wagner und R. Remak bis zu Boll und Hrn. Ranvier die besten Histologen an der elektrischen Platte von Torpedo ihr Geschick und ihren Scharfsinn übten, waren grosse Ernten auf diesem Felde nicht zu erwarten.

Hr. Fritsch lenkt die Aufmerksamkeit auf einen bisher nicht beachteten Umstand. Bekanntlich sind die elektrischen Platten bei Torpedo nach dem Rücken zu gewölbt,[1] wie beiläufig bei Gymnotus nach dem Kopfe zu,[2] beidemal nach der dem Nerveneintritt abgewandten Seite, oder in der Richtung des Schlages. Die Torpedo-Platten haben also eine grössere Oberfläche, als die durch ihren Rand gelegte Ebene. Es fragt sich, in welcher Art sie sich in Falten legen, wenn sie, anstatt durch Druck von unten her sich nach oben zu wölben, sich jener Ebene nähern. Nach Prof. Fritsch findet dabei concentrische Fältelung der Platten statt, so dass sie im axialen Längsdurchschnitt der Säulen treppen- oder zickzackförmig erscheinen, etwa wie nach Tetanus an Wiederausdehnung verhinderte Muskelbündel. Dabei entsprechen einander die Knickungen benachbarter Platten. Es giebt keinen Grund zu bezweifeln, dass unter gleichen mechanischen Bedingungen Ähnliches auch bei unverletztem Organ stattfinde.

Mit diesem Verhalten hängt ein anderes zusammen, welches die von Hrn. Ranvier als *Couche dorsale* bezeichnete zarte Bindegewebeschicht an der Rückenfläche der Platten betrifft. Diese Schicht, welche Prof. Fritsch seit seinen in Smyrna 1875 angestellten Untersuchungen kennt, ist nach ihm nicht, wie nach Hrn. Ranvier, eine einfache Lage, sondern sie verknüpft durch feine Fasern die Rückenfläche jeder Platte mit der Bauchfläche der darüber liegenden, so zwar, dass dadurch die Congruenz der concentrischen Fältelung benachbarter Platten bedingt wird, und dass die von Platte zu Platte sich fortsetzenden Fasern

[1] Ranvier, Leçons etc. L. c.
[2] Untersuchungen u. s. w. S. 37. 38.

gleichsam ein auf der Plattenwölbung orthogonales, gegen den Bauch gewölbtes Curvensystem bilden.

Die von Hrn. Ranvier beschriebene Umbiegung des Plattenrandes nach der Bauchseite, welche auch bei Gymnotus ihr Seitenstück hat und von Prof. Fritsch als Aufkrämpung bezeichnet wird,[1] ist ausserordentlich schwach, verhält sich aber sonst wesentlich wie ihr Entdecker angiebt. Hr. Ranvier hat die Frage nicht berührt, wie sich die Nervenendigungen zur Krämpe verhalten,[2] nämlich ob sie an deren innere, der Säulenaxe zugewandte Fläche ebenso hinantreten, wie an die Bauchseite der Platte, in welche jene Fläche sich fortsetzt. Strömt die Elektricität in der Platte in der Verlängerung der Nervenendigungen, so wäre diese Einrichtung unzweckmässig, daher ich meinte, dass vielleicht die Krämpe als ringförmige Papille aufzufassen sei. Prof. Fritsch hält die Beantwortung der Frage nach dem Verhalten der Nervenendigungen zur Krämpe für ausnehmend schwer; deren Deutung als Papille sagt ihm nicht zu, weil er in den Papillen, wie sie bei Gymnotus so stark entwickelt sind, Reste der musculären Anordnung, in den Aufkrämpungen dagegen Einflüsse der elektrischen Umbildung, Stauchungen seitlich sich ausdehnender Platten sieht.

Prof. Fritsch betrachtet es überhaupt als eine Hauptaufgabe der Zitterfisch-Morphologie, die beiden in der Bildung der aus Muskeln entstandenen elektrischen Organe nothwendig vorhandenen und gleichsam einander durchdringenden Systeme zu unterscheiden: die ursprüngliche musculäre und eine neue durch die elektrische Function bedingte Anordnung, welche letztere, je höher das Organ sich entwickelt, um so mehr sich gleichsam usurpirend geltend macht. Bei Torpedo giebt letzteres System die Regelmässigkeit der Säulenanordnung, des Plattenaufbaues und der damit verknüpften feineren Nervenvertheilung; ersteres macht sich noch bemerklich durch die Ungleichheit der Bauch- und Rückenseite der Organe, die Abweichung der Säulen von der Senkrechten, die Verflechtung der umhüllenden Fascien und des Zwischengewebes mit den benachbarten Organen, endlich durch die Anordnung jenes schon erwähnten Bindegewebes zwischen den Platten. Es ist hier nicht der Ort, Prof. Fritsch weiter in diesen Betrachtungen zu folgen.

14. *Zur Physiologie des Torpedo-Organes.*

Obschon planmässige experimentelle Forschung keinen Theil von Prof. Fritsch's schon hinreichend ausgedehntem Arbeitsprogramm ausmachte, versäumte er keine Gelegenheit zu physiologischen und bio-

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 385.
[2] Ebenda. S. 298.

logischen Beobachtungen, welche sich ohne besondere Hülfsmittel im Vorübergehen anstellen liessen.

Sachs glaubte bemerkt zu haben, dass ein ermüdetes Gymnotus-Organ sich durch körnige Trübung der Plattensubstanz von einem in Ruhe gebliebenen mikroskopisch unterscheide, was ich versuchte, auf Mucinfällung durch die bei der Thätigkeit gebildete Säure zurückzuführen.[1] Erfolgreicher als Boll, der das Torpedo-Organ nie durch Thätigkeit sich säuern sah,[2] giebt Hr. Weyl an, dass einstündiges Tetanisiren mit Inductionsströmen wie auch Strychnintetanus diese Wirkung erzeuge.[3] Danach könnte auch hier eine mikroskopisch wahrnehmbare Veränderung eintreten. Prof. Fritsch hat nichts der Art gesehen, doch prüfte er nur Organe von Thieren, die im Leben zum Schlagen gereizt wurden, nicht künstlich erschöpfte.

Er klagt über die grosse Trägheit der Zitterrochen; nach Beobachtungen Anderer, beispielsweise Walsh's und Hrn. Colladon's,[4] bin ich aber geneigt, diese Trägheit zum Theil der winterlichen Temperatur zuzuschreiben.

Verminderte diese aller Wahrscheinlichkeit nach die Lebhaftigkeit der Thiere, so erhöhte sie dagegen deren Lebenszähigkeit. Ein anatomisches Praeparat von einem schon seit einer Stunde exenterirten grossen Zitterrochen, bestehend aus der geöffneten Schädelkapsel mit einem Drittel eines Organs und dem anliegenden Kiemenkorb nebst Wirbelsäule gab noch einen deutlichen Schlag.[5]

»Das Personal der zoologischen Station in Triest behauptet« — so erzählt Prof. Fritsch — »dass die auf der Station gehaltenen »Katzen, welchen die Fischabfälle als Futter gereicht werden, von »Stücken frischen Torpedo-Organs wiederholt Schläge erhalten hätten, »und seitdem solche Stücke scheu vermeiden.« Doppelt unwahrscheinlich sind danach die Geschichten von durch Katzen aufgefressenen Zitterwelsen, nächtlich in ihrem Behälter durch Wasserratten überfallenen Zitteraalen.[6]

---

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 257. 258.

[2] E. du Bois-Reymond, Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. Leipzig 1877. Bd. II. S. 647.

[3] Monatsberichte u. s. w. 1881. S. 385.

[4] Untersuchungen u. s. w. S. 255.

[5] Über die Lebenszähigkeit der Nerv-Organ-Praeparate von Gymnotus und Malopterurus s. ebenda S. 188.

[6] Ebenda, S. 103. 104. — Diesen Geschichten widerspricht auch der Bericht bei Storer, wonach ein Hund, der in der See Flundern zu fischen pflegte, sich einmal an einer Torpedo vergriff, und so tetanisirt *(perfectly convulsed)* wurde, dass er heulend davonlief, und nie wieder zu bewegen war auf den Fischfang zu gehen (Storer in: Reports on the Fishes, Reptiles and Birds of Massachusetts etc. Boston 1839. p. 201; — Memoirs of the American Academy etc. L. c. p. 250).

15. *Zur Immunitätslehre.*

Prof. Fritsch bestätigt die schon von Hrn. Steiner gemeldete Thatsache,[1] dass ein mit voller Faust am Schwanz erfasster Zitterroche keine Schläge zu ertheilen vermag, aber instinctmässig sich sehr gewandt gegen die haltende Hand aufwärts krümmt, um sie mit undulirendem Flossenrande zu berühren. Sobald ihm dies gelingt, erhält man einen Schlag. Sichtlich ist sich der Fisch seiner Wehrlosigkeit in der ersten Lage und des Mittels ihr abzuhelfen bewusst. Er versteht entschieden mehr von Elektricität als die Physiologen, welche verlangen, dass ein Zitterroche in der Luft ebenso schlage wie im Wasser, und welche daraus, dass sie beim Ergreifen des Schwanzes allein an der Luft keinen Schlag erhalten, schliessen, dass auch im Wasser keine Stromcurven durch den Schwanz gehen.

Prof. Fritsch hatte auch Gelegenheit, Hrn. Steiner's Angabe zu prüfen, dass kleine Zitterrochen in Berührung mit grossen zuweilen bei deren Schlage zucken.[2] Die Beobachtung scheint in der zoologischen Station in Neapel mehrmals geglückt zu sein, doch gehört dazu öftere Wiederholung des Versuches mit verschiedenen Thieren unter verschiedenen Umständen. Bei der schon erwähnten grossen Trägheit der Thiere glaubt Hr. Fritsch eben nur das Zucken des kleinen Zitterrochen gesehen zu haben, eine bestimmte Meinung darüber zu äussern wagt er nicht.

Was die Bedeutung der Thatsache, wenn sie richtig ist, für die Immunitätslehre betrifft, so hat es vorläufig sein Bewenden bei dem von mir in den »Untersuchungen am Zitteraal« abgegebenen Urtheil. Ehe sie gegen die Immunitätslehre in's Feld geführt wird, muss bewiesen sein, dass nicht der kleine Fisch selber schlägt, um sich gegen den Schlag des grossen zu wehren, wie dies von fremden elektrischen Entladungen getroffene Zitterfische thun, und dabei mit den Augen zwinkert und andere Mitbewegungen ausführt, wie geschwächte Zitterrochen pflegen. Sollte aber wirklich der kleine Fisch durch den Schlag des grossen zucken, so würde dies doch nichts daran ändern, dass Zitterfische, ohne darunter zu leiden, von einem stärkeren Antheil ihres eigenen Schlages betroffen werden, als ein irgendwie ihnen genäherter Fisch; dass sie in einem, jedem anderen Fische tödtlichen elektrischen Felde vergnügt umherschwimmen, und dass nach Boll die gemischten Zitterrochen-Nerven eine höhere Reizschwelle haben als ein Froschischiadicus.[3]

Prof. Fritsch hat nicht aufgehört, auf etwaige Schmarotzer der

---

[1] Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv u. s. w. 1874. S. 690.
[2] Untersuchungen u. s. w. S. 262.
[3] Ebenda, S. 259.

Zitterfische zu achten.[1] Eine Liste von Schmarotzern des Zitterrochen hatte er mir schon früher, theils aus der Literatur, theils aus eigener Beobachtung bei seinem ersten Aufenthalt in Smyrna mitgetheilt.[2] In Neapel sind Parasiten bei Torpedo auffallend selten, dagegen waren sie auch diesmal in Smyrna häufig. Reaction auf die Schläge der Wohnthiere wurde nicht beobachtet, und dürfte sich schwer nachweisen lassen. Besonders die gewöhnlichen Bothriocephaliden des Zitterrochen sind so träge, dass man sie überhaupt nur spurweise sich bewegen sieht.[3]

IV. Raja spec.

Von gemeinen Rochen beobachtete Prof. Fritsch *Raja radula, miraletus, Schultzii, asterias, Myliobatis aquila.* Am geeignetsten für die Untersuchung des elektrischen Organs erschienen ihm R. asterias und miraletus. Das Organ, wie bei Mormyrus zu den Seitenmuskeln des Schwanzes gehörig, verdient, wie Prof. Fritsch bemerkt, in der That den Namen eines unvollkommenen, den ich neuerlich an Stelle des eines pseudoëlektrischen setzte.[4] Die vergleichsweise geringe Zahl der elektrischen Elemente, welche noch kaum Platten zu nennen sind, stellt keine bedeutende Vervielfältigung der Kraft in Aussicht, während der grobe Aufbau aus noch kenntlichem Muskel mit maeandrisch verwälzten Querstreifen, und aus protoplasmatischen Balken, auch nicht auf hohe elektrische Leistungsfähigkeit des einzelnen Elementes schliessen lässt. Sichtlich ist hier der Muskel erst unvollständig zu elektrischem Gewebe umgewandelt, und an gewissen Muskeln in der Nachbarschaft

---

[1] Monatsberichte u. s. w. S. 1151; — Archiv u. s. w. a. a. O. S. 63.

[2] Untersuchungen u. s. w. S. 274. 410.

[3] Es fehlt noch fast ganz an Erfahrungen über die elektrische Erregbarkeit solcher Thiere. Humboldt's Beobachtungen an Taenien und Ascariden beweisen nach seiner eigenen vorsichtigen Deutung nur, dass die Thiere den »Metallreiz« empfanden, nicht, dass ihre Muskeln sich dadurch zusammenzogen (Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. 1797. Bd. I. S. 271). Obschon es bei Tiedemann heisst (Physiologie des Menschen. Darmstadt 1830. Bd. I. S. 569): »Dass die Eingeweide-»würmer durch die Reibungs- und Contact-Elektricität erregt werden können, ist eine »bekannte und durch viele Versuche erwiesene Thatsache« — habe ich weder aus der Zeit vor, noch aus der nach Erfindung des Tetanisirens eine Angabe der Art gefunden. Da noch 1829 Hr. Fechner sich auf jene Humboldt'schen Versuche beruft (Lehrbuch des Galvanismus u. s. w. S. 504), ist zu vermuthen, dass auch Tiedemann keine anderen im Sinne hatte. Im Hinblick auf die unbestreitbare elektrische Erregbarkeit vieler niederen Thiere erscheint es mir als keine glückliche Lösung, wenn man meine Frage, warum die Schmarotzer der Zitterfische nicht von diesen erschlagen werden, durch die Hypothese *ad hoc* zu beseitigen sucht, dass die Schmarotzer gegen elektrische Schläge überhaupt immun seien.

[4] Untersuchungen u. s. w. S. 68.

der Organe sah Prof. Fritsch ein Verhalten wieder, das ihm schon am Schwanz von Mormyrus auffiel: die Primitivmuskelbündel knäueln sich auf, bilden mehr oder minder durchscheinende Anschwellungen, und treten bei Raja oft als rundliche Brocken neben den Organen auf, die ja selber Anhäufungen solcher rundlichen Gebilde darstellen. Prof. Fritsch vermuthet in diesem Verhalten Spuren des Umwandlungsvorganges, durch welchen die Muskeln zu elektrischen Organen wurden.

Hier scheint die Gelegenheit geboten, diesen Vorgang mit grösstem Vortheil zu ergründen, und schon hat Hr. Babuchin diese Bahn mit glänzendem Erfolg betreten. Nachdem Prof. Fritsch den Gegenstand durch eigene Anschauung kennen lernte, sind ihm hinsichtlich der von ihm nach Hrn. Babuchin's Abbildungen angenommenen Homologie des Raja-Elementes mit der Gymnotus-Platte[1] Bedenken aufgestiegen, deren Darlegung jedoch besser ihm selber vorbehalten bleibt. Nur soviel sei noch bemerkt, dass er in dem sogenannten Schwammkörper jenes Elementes eine den Bogensystemen der Mormyrus-Platte entsprechende Bildung erkennen zu sollen glaubt.

[1] Untersuchungen u. s. w. S. 381. 394.

Zur Theorie der Jacobi'schen Functionen von mehreren Veränderlichen.

Von K. Weierstrass.

(Vorgelegt am 27. April [s. oben S. 441].)

Für die Function $\sigma(u \mid \omega, \omega')$, die hier bloss mit $\sigma(u)$ bezeichnet werden soll, gilt das in der nachstehenden Gleichung ausgesprochene fundamentale Theorem:

Es seien u, u_1, u_2, u_3 vier willkürlich anzunehmende Grössen, so ist

$$(1.)\quad \begin{aligned} &\sigma(u+u_1)\,\sigma(u-u_1)\,\sigma(u_2+u_3)\,\sigma(u_2-u_3)\\ +\,&\sigma(u+u_2)\,\sigma(u-u_2)\,\sigma(u_3+u_1)\,\sigma(u_3-u_1)\\ +\,&\sigma(u+u_3)\,\sigma(u-u_3)\,\sigma(u_1-u_2)\,\sigma(u_1-u_2) = 0.\end{aligned}$$ [1]

Diese Gleichung ist wesentlich anderer Art wie die von Jacobi entdeckten, auf S. 507 des ersten Bandes der Gesammelten Werke vollständig aufgestellten Relationen unter Producten von je vier ϑ-Functionen; sie enthält nur eine Function, während in jeder der Jacobi'schen Gleichungen, die sich übrigens aus ihr ableiten lassen, zwei oder mehrere ϑ-Functionen vorkommen.

Bekanntlich existiren auch unter ϑ-Functionen mehrerer Argumente Relationen, die den Jacobi'schen, für ϑ-Functionen eines Arguments geltenden analog sind. Dagegen ist, so viel ich weiss, die folgende Verallgemeinerung des in der Gleichung (1) enthaltenen Satzes noch nirgends gegeben worden.

Die Function $\sigma(u)$ lässt sich durch die Jacobi'sche Function $\vartheta_1(x)$ in der Form

$$(2.)\quad \sigma(u) = Ce^{auu}\vartheta_1(cu)$$

ausdrücken, wo C, a, c von u unabhängige Grössen bedeuten, welche ebenso wie die in $\vartheta_1(x)$ vorkommende Grösse q bestimmte Functionen von ω, ω' sind. Es ist indessen leicht zu sehen, dass die Gleichung (1) bestehen bleibt, wenn man bei willkürlicher Annahme der Constanten q, a, c, C die Function $\sigma(u)$ durch die Gleichung (2) definirt.

---

[1] Vgl. »Formeln und Lehrsätze zum Gebrauche der elliptischen Functionen«, S. 47. Ich habe das Theorem zuerst im Jahre 1862 in meinen Universitäts-Vorlesungen mitgetheilt und auf die a. a. O. angedeutete Weise begründet.

In ähnlicher Weise definire ich nun eine Function $\sigma(u, u', \ldots u^{(\rho-1)})$ von ρ Veränderlichen, indem ich irgend eine ungerade ϑ-Function von ρ Argumenten

$$\vartheta_1(v, v', \ldots v^{(\rho-1)})$$

annehme, in derselben für $v, v', \ldots v^{(\rho-1)}$ von einander unabhängige homogene lineare Functionen der Veränderlichen $u, u', \ldots u^{(\rho-1)}$ substituire und dann

$$\sigma(u, u', \ldots u^{(\rho-1)}) = Ce^{\psi(u, u', \ldots u^{(\rho-1)})} \cdot \vartheta_1(v, v', \ldots v^{(\rho-1)})$$

setze, wo ψ eine ganze und homogene Function zweiten Grades von $u, u' \ldots u^{(\rho-1)}$, und C eine willkürliche Constante bezeichnet.

Dies vorausgesetzt sei

$$r = 2^\rho;$$

man nehme $r+2$ Argumentensysteme

$$\begin{matrix} u, & u', & \ldots u^{(\rho-1)} \\ u_1, & u'_1, & \ldots u_1^{(\rho-1)} \\ u_2, & u'_2, & \ldots u_2^{(\rho-1)} \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ u_{r+1}, & u'_{r+1}, & \ldots u_{r+1}^{(\rho-1)} \end{matrix}$$

willkürlich an und bilde das Product

$$\sigma(u+u_1,\ldots)\sigma(u-u_1,\ldots)\sigma(u_2+u_3,\ldots)\sigma(u_2-u_3,\ldots)\ldots\sigma(u_r+u_{r+1},\ldots)\sigma(u_r-u_{r+1},\ldots)$$

(wo der Kürze wegen von jeder σ-Function nur das erste Argument angegeben worden ist). In demselben permutire man sodann die Indices $1, 2, 3, \ldots r, r+1$ in folgender Weise.

Man lasse zunächst diese $(r+1)$ Indices einen Cyklus durchlaufen; in jeder der so entstehenden Permutationen nehme man dieselbe Operation vor mit ihren $(r-1)$ letzten Indices, in jeder der so sich ergebenden Permutationen wiederhole man dieselbe Operation mit ihren $(r-3)$ letzten Indices u. s. w.[1]

Die Summe der auf diese Weise aus dem angegebenen Producte hervorgehenden Producte ist dann identisch gleich Null.

Der Beweis dieses Satzes ist sehr einfach. Setzt man in dem ursprünglich angenommenen Producte für jeden Factor die unendliche Reihe ein, durch welche er dargestellt wird, so lässt sich der Ausdruck in ein Aggregat von Producten, in denen jeder Factor bloss

---

[1] Für $\rho = 2$ z. B. ist $r = 4$, und die angegebenen Permutationen sind die folgenden:
12345. 23451. 34512. 45123. 51234.
12453. 23514. 34125. 45231. 51342.
12534. 23145. 34251. 45312. 51423.

von einem der angegebenen Argumenten-Systeme abhängt, verwandeln. Wenn man dann in jedem einzelnen Gliede dieses Aggregates die Indices $1, 2, \ldots r+1$ in der beschriebenen Weise permutirt, so zeigt sich, dass die Summe der so sich ergebenden Glieder identisch gleich Null ist.

Die Anzahl der Glieder der Gleichung wächst sehr stark mit ρ; sie ist gleich

$$1 \cdot 3 \cdot 5 \ldots (r+1).$$

Setzt man $u_0, u'_0, \ldots$ für $u, u' \ldots$ und

$$\sigma(u_\alpha + u_\beta, u'_\alpha + u'_\beta, \ldots)\, \sigma(u_\alpha - u_\beta, u'_\alpha - u'_\beta, \ldots) = S_{\alpha,\beta},$$

so dass

$$S_{\alpha,\alpha} = 0,\; S_{\alpha,\beta} = -S_{\beta,\alpha}$$

ist, und

$$S = \Sigma\, \sigma(u_0+u_1,\ldots)\sigma(u_0-u_1,\ldots)\sigma(u_2+u_3,\ldots)\sigma(u_2-u_3,\ldots)\ldots\sigma(u_r+u_{r+1},\ldots)\sigma(u_r-u_{r+1}),$$

so besteht die identische Gleichung:

$$S^2 = \begin{vmatrix} 0 & S_{0,1} & S_{0,2} & \ldots & S_{0,r+1} \\ S_{1,0} & 0 & S_{1,2} & \ldots & S_{1,r+1} \\ S_{2,0} & S_{2,1} & 0 & \ldots & S_{2,r+1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \\ S_{r+1,0} & S_{r+1,1} & S_{r+1,2} & \ldots & 0 \end{vmatrix}.$$

Man kann daher den aufgestellten Satz auch beweisen, indem man von der Determinante auf der rechten Seite dieser Gleichung zeigt, dass sie für beliebige Werthe der Grössen

$$u_1, u', \ldots u_1, u'_1, \ldots u_{r+1}, u'_{r+1}, \ldots$$

verschwindet, was mit Hülfe bekannter Sätze geschehen kann.[1]

Setzt man

$$u + \frac{w}{2},\; u' + \frac{w'}{2}, \ldots \text{ für } u, u', \ldots$$

$$u_1 + \frac{w}{2},\; u'_1 + \frac{w'}{2}, \ldots \text{ für } u_1, u'_1, \ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$u_{r+1} + \frac{w}{2},\; u'_{r+1} + \frac{w'}{2}, \ldots \text{ für } u_{r+1}, u'_{r+1}, \ldots$$

so ergiebt sich:

$$(4.)\quad 0 = \Sigma \left\{ \begin{array}{l} \sigma(u+u_1+w,\ldots)\sigma(u_2+u_3+w,\ldots)\ldots\sigma(u_r+u_{r+1}+w,\ldots) \\ \cdot\,\sigma(u-u_1,\quad\ldots)\sigma(u_2-u_3,\quad\ldots)\ldots\sigma(u_r-u_{r+1},\quad\ldots) \end{array} \right\}$$

wo die Bedeutung des Summenzeichens aus dem Vorstehenden erhellt.

Auf die zahlreichen Folgerungen, die sich aus dieser Gleichung in ähnlicher Weise wie in der Theorie der elliptischen Functionen

[1] Die Bildungsweise des Ausdrucks, dessen Quadrat einer sogenannten PFAFF'schen Determinante gleich ist und deswegen von CAYLEY »Pfaffian« genannt wird, hat zuerst JACOBI in der Abhandlung »Zur PFAFF'schen Integrationsmethode« im zweiten Bande des CRELLE'schen Journals angegeben.

aus der Gleichung (1) ziehen lassen, gehe ich hier nicht ein. Dagegen will ich noch eine funtionen-theoretische Frage berühren, welche sich an die Gleichung $S=0$ knüpft.

Man kann, ohne von der Function $\sigma(u)$ irgend etwas zu wissen, direct nachweisen, dass es eine vier willkürliche Constanten enthaltende (transcendente) ganze Function der Veränderlichen u giebt, welche, für $\sigma(u)$ in die Gleichung (1) eingesetzt, dieselbe befriedigt. Man zeigt zu dem Ende zunächst, dass der Gleichung formell genügt werden kann, wenn man für $\sigma(u)$ eine gewöhnliche Potenzreihe annimmt; dieselbe enthält nur ungerade Potenzen von u, und die Coefficienten derselben lassen sich als ganze rationale Functionen der vier ersten, die unbestimmt bleiben, ausdrücken. Mit Hülfe der Gleichung (1) selbst lässt sich dann ferner nachweisen, dass diese Potenzreihe bei beliebigen Werthen der Veränderlichen u und der genannten willkürlichen Constanten convergent ist, also eine Function von der angegebenen Beschaffenheit darstellt. Setzt man sodann

$$\phi(u) = -\frac{d^2 \log \sigma(u)}{du^2}$$

so ergiebt sich, ebenfalls aus der Gleichung (1)

$$\left(\frac{d\phi(u)}{du}\right)^2 = A\phi^3(u) + B\phi^2(u) + C\phi(u) + D,$$

wo A, B, C, D Constanten sind; wodurch der Zuhammenhang der auf die angegebene Weise definirten Function $\sigma(u)$ mit der Theorie der elliptischen Functionen festgestellt ist. Hiernach liegt es nun nahe, die Frage aufzuwerfen, ob sich nicht in ähnlicher Weise die Existenz einer (transcendenten) ganzen Function von ρ Veränderlichen $u, u', \ldots u^{(\rho-1)}$, welche, für $\sigma(u, u', \ldots u^{(\rho-1)})$ gesetzt, die Gleichung $S=0$ befriedigt, direct beweisen lasse. Es wird auch in diesem Falle ausreichen, zunächst zu zeigen, dass es eine gewöhnliche Potenzreihe von $u, u', \ldots u^{(\rho-1)}$ giebt, welche, für $\sigma(u, u', \ldots u^{(\rho-1)})$ gesetzt, der in Rede stehenden Gleichung formell genügt. Die Ausdrücke der Coefficienten dieser Reihe durch eine Anzahl von einander unabhängiger Grössen werden sich freilich viel complicirter gestalten, wie für die Function $\sigma(u)$; sie sind nothwendig algebraische Functionen jener Grössen, wie schon daraus erhellt, dass es, wenn $\rho > 1$, mehrere ungerade Functionen $\sigma(u, u', \ldots u^{(\rho-1)})$ giebt, für welche die Gleichung $S=0$ besteht, z. B. sechs, wenn $\rho=2$. Bei der hohen Ausbildung, zu der die formale Algebra gelangt ist, sollte ich aber meinen, müsste eine Aufgabe, wie die angedeutete, nicht von vornherein als eine unlösbare betrachtet werden.

Über den Zusammenhang zwischen Viscosität und Dichtigkeit bei flüssigen, insbesondere gasförmig flüssigen Körpern.

Von E. Warburg und L. v. Babo

in Freiburg i. Br.

(Vorgelegt von Hrn. G. Kirchhoff am 27. April [s. oben S. 441].)

Die Gesetze, nach welchen die Elasticität und Viscosität eines Körpers mit der Dichtigkeit desselben zusammenhängen, sind von grosser Einfachheit bei den gasförmigen Körpern: die Elasticität derselben, d. i. das Reciproke der Zusammendrückbarkeit, wird nach dem Boyle-Mariotte'schen Gesetz durch den Druck angegeben und ist der Dichtigkeit proportional; die Viscosität, durch den Reibungscoefficienten gemessen, ist nach dem Maxwell'schen Gesetz von der Dichtigkeit unabhängig.

Von dem ersten dieser Gesetze, welches die Elasticität betrifft, weiss man, dass es nur angenähert gültig ist und auch das nur bei mässigen Dichtigkeitsgraden; bei höheren wird der Zusammenhang zwischen Elasticität und Dichtigkeit nach den Untersuchungen von Natterer, Andrews, Cailletet u. A. auch nicht annähernd durch das Boyle'sche Gesetz angegeben und ist ein anscheinend complicirter. Er lässt sich aber nach van der Waals[1] aus der kinetischen Gastheorie erklären, wenn man das Volumen der Moleeüle und die Anziehung zwischen denselben berücksichtigt.

Entsprechende Untersuchungen sind in Bezug auf die Viscosität der Gase bis jetzt nur insofern ausgeführt worden, als Kundt und einer von uns[2] die Abweichungen vom Maxwell'schen Gesetz bei sehr geringen Dichtigkeitsgraden studirt haben; aber für höhere Dichtigkeitsgrade ist der Zusammenhang zwischen Viscosität und Dichtigkeit noch nicht untersucht worden.

Zur Lösung dieser Aufgabe, welche der vorliegende Aufsatz für

[1] Dissertation, Leiden 1873.

[2] Diese Berichte 1875 S. 160.

eine Substanz, nämlich für Kohlensäure behandelt, muss man bei constanten Temperaturen zusammengehörige Werthe des Reibungscoefficienten, der Dichte und — aus mancherlei Gründen — des Drucks bestimmen.

Als Maass des Drucks benutzen wir den umgekehrten Werth des Volumens einer Stickstoffmasse bei constanter Zimmertemperatur, indem das Volumen dieser Masse bei dem Druck einer Atmosphäre = 1 gesetzt wird. Zur Messung des Drucks nach dieser Definition diente ein Stickstoffmanometer, welches immer mit dem Hauptapparat in Verbindung stand und Drucke zwischen 30 und 120 Atmosphären auszuwerthen erlaubte.

Die Dichtigkeit der über die kritische Temperatur hinaus erwärmten Substanz bestimmten wir durch volumetrische Messung der Kohlensäure, welche jedesmal beim Uebergang von einer grösseren zu einer kleineren Dichte aus unserem Apparat, dessen Volumen wir kannten, herausgelassen wurde; die Dichtigkeit der Masse im Apparat nach Beendigung einer Versuchsreihe berechneten wir aus dem Druck, der dann etwa 30 Atmosphären betrug, nach der Formel von Clausius[1], welche bei so kleinem Druck mit den Beobachtungen hinlänglich übereinstimmt. Bei der Temperatur 32.6° umfassen unsere Versuche das zwischen 0.1 und 0.8 gelegene Intervall der Dichten.

Zur Bestimmung des Reibungscoefficienten benutzten wir die Methode der Strömung durch Capillarröhren. Die vertical gestellte Capillare mündete unten in ein in Quecksilber tauchendes Messrohr, oben in einen Raum A, welcher von dem übrigen Raum B des Apparates durch einen Hahn zeitweise abgeschlossen und in welchem dann durch Herauslassen von Kohlensäure eine Druckverminderung erzeugt werden konnte. Nachdem dadurch das Quecksilber in der Messröhre gehoben war, wurden die Räume A und B wieder verbunden; aus der Fallzeit des Quecksilbers in der Messröhre zwischen Marken wurde mittels der Constanten des Apparates der Reibungscoefficient berechnet.

Es wurden drei Capillaren angewandt, deren Radien bei einer Länge von 6—7^{cm} 0.005 162^{cm}, 0.003 601^{cm}, 0.002 847^{cm} betrugen. Die Gültigkeit des Poiseuille'schen Gesetzes wurde controlirt, eine Gleichung lässt sich aus den Versuchen nicht entnehmen.

Die gewonnenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst, in welcher t die Temperatur nach dem Luftthermometer, s und μ Dichtigkeit und Reibungscoefficienten im Gramm-Centimeter-Secundesystem, p den Druck in dem angeführten Maass bedeutet. λ ist der Luftgehalt der Substanz in Volumtheilen, wie ihn die Analyse ergab.

[1] Wiedemann's Annalen u. s. w. Bd. IX. S. 348.

Die Dichtigkeit der tropfbar flüssigen Kohlensäure ist den Versuchen ANDREEF's[1] entnommen.

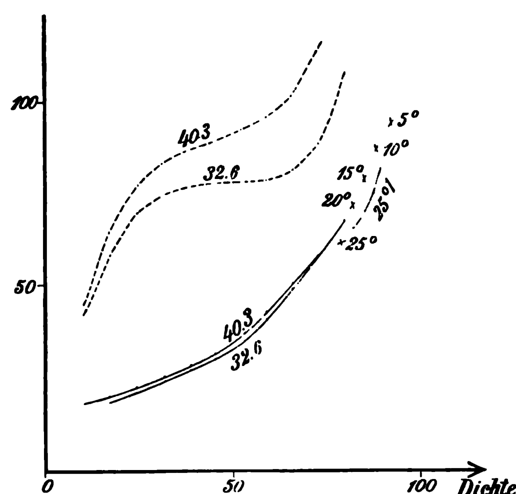
Tabelle.

s	$t = 32.6$ $\lambda = 0.00074$		$t = 40.3$ $\lambda = 0.00085$	
	p	$\mu \cdot 10^6$	p	$\mu \cdot 10^6$
0.800	107.3	677	—	—
0.730	88.5	574	114.6	580
0.660	80.7	493	101.6	499
0.590	78.2	414	94.9	426
0.520	77.6	351	91.7	366
0.450	77.2	304	89.2	316
0.380	76.6	270	86.8	275
0.310	74.6	239	82.7	243
0.240	69.9	213	75.9	218
0.170	60.3	188	64.3	196
0.100	43.1	—	45.3	180

$t = 25^\circ 1$ $\lambda = 0.00044$		
p	s	$\mu \cdot 10^6$
105	0.896	800
95	0.875	741
85	0.858	703
75	0.827	665
70	0.809	628

Viscosität der tropfbar flüssigen Kohlensäure unter dem Druck ihres gesättigten Dampfes $\lambda = 0.0018$		
t	s	$\mu \cdot 10^6$
5°	0.922	925
10°	0.895	852
15°	0.864	784
20°	0.827	712
25°	0.783	625
29°	—	539

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie, 1859, Bd. 110. S. 1.



In der Figur sind die Resultate graphisch dargestellt, nämlich Viscositäts- und Spannungsisothermen[1], die letztern punktirt, nach der Tabelle verzeichnet.

Die Andrews'schen[2] Werthe des Drucks übertreffen die unsrigen wenig, bei $32^\circ.6$ durchschnittlich um eine Atmosphäre. Dies kann daher rühren, dass der Luftgehalt der Kohlensäure bei uns etwas kleiner, als bei Andreews war. Die nach der Formel von Clausius berechneten Werthe von p sind indessen nicht unbedeutend grösser, als die von uns beobachteten, die Differenzen wachsen mit der Dichte und erreichen den Werth von 10—12 Atmosphären. Wegen der Übereinstimmung unserer Resultate mit den von Andrews nach einer ganz anderen Methode gefundenen ist es nicht wahrscheinlich, dass die Differenzen von Beobachtungsfehlern herrühren.

Über die Viscosität, insbesondere ihren Zusammenhang mit der Dichte, ergiebt sich Folgendes:

I. Oberhalb der kritischen Temperatur ($30^\circ 9$), gasförmige Kohlensäure.

1. Dem Maximum der Compressibilität $\left(\frac{1}{s\frac{dp}{ds}}\right)$, d. i. dem Minimum der Elasticität $\left(s\frac{dp}{ds}\right)$, welches die Beobachtung ergiebt, entspricht

[1] So nennen wir Linien, deren Abscissen den Dichten, deren Ordinaten bezüglich den Reibungscoefficienten und den Drucken proportional sind.

[2] Poggendorff's Annalen, Erg. Bd. V. S. 79.

kein Minimum der Viscosität (μ), welche vielmehr mit wachsender Dichte in stets wachsendem Verhältniss zunimmt.

$$\left(\frac{d\mu}{ds} \text{ und } \frac{d^2\mu}{ds^2} \text{ immer positiv.}\right)$$

2. Bei der Dichte 0.1, ungefähr der 500fachen der normalen, übertrifft der Reibungscoefficient den normalen (0.000165 für 40°.3) nur um etwa 9 Procent des letztern.

3. Bei den Temperaturen 32°.6 und 40°.3 zeigt die Substanz bei gleicher Dichte wenig verschiedene Werthe von μ, sehr verschiedene von p. Danach scheint die Viscosität mit der Dichte viel einfacher, als mit dem Druck zusammenzuhängen.

4. Der Einfluss der Temperatur auf die Viscosität bei constanter Dichte ist so klein, dass er aus den ein Temperaturintervall von nur 8° umfassenden Beobachtungen nicht mit voller Sicherheit zu entnehmen ist. Da indessen die Isotherme für 40°.3 ganz oberhalb der 32°.6 entsprechenden verläuft, so scheint die Viscosität bei constanter Dichte langsam mit der Temperatur zu wachsen.

II. Tropfbar flüssige Kohlensäure.

5. Die tropfbar flüssige Kohlensäure zeigte eine weitaus kleinere Viscosität, als alle bisher untersuchten Flüssigkeiten. Der Reibungscoefficient bei 15° ist beispielsweise für Wasser 14.6 mal so gross, als für tropfbare Kohlensäure, welche unter dem Druck ihres gesättigten Dampfes steht. Schon der Anblick tropfbarer in einem Glasrohr eingeschlossener Kohlensäure, welche man bewegt, erweckt die Vermuthung, dass diese Substanz eine sehr geringe Viscosität besitze.

6. Die Viscosität der tropfbaren Kohlensäure von 25°.1 wächst mit der Dichte. Durch weitere Ausdehnung dieser Untersuchung, besonders auch auf andere Flüssigkeiten, beabsichtigen wir den Einfluss der Temperatur auf die Viscosität tropfbarer Flüssigkeiten bei constanter Dichte, d. i. den specifischen Einfluss der Temperatur, zu ermitteln.

7. Bei Dichtigkeiten, welche 0.8 nahe liegen, verläuft die 25°.1 entsprechende Isotherme unterhalb sowohl der 32°.6 als der 15° und 20° entsprechenden. Hieraus folgt, dass Kohlensäure von solcher Dichte, von 15° an erwärmt, ein zwischen 20° und 32°.6 liegendes Minimum der Viscosität zeigen muss.

POISSON[1] hat eine Theorie der Flüssigkeitsreibung gegeben, welche von der Vorstellung ausgeht, dass eine Flüssigkeit einem System

[1] Journal de l'École Polytechnique. 1831. XX. cahier T. XIII p. 139.

gleichzeitiger Stösse gegenüber im ersten Moment nach Ablauf derselben sich wie ein isotroper fester Körper verhält. Man kann daher von den Constanten der instantanen Elasticität einer Flüssigkeit reden. Für den Reibungscoefficienten ergiebt sich in der Poisson'schen Theorie der Ausdruck

$$\mu = K \cdot T$$

wo K[1] der Coefficient der instantanen Starrheit und T eine Zeitgrösse ist, welche Maxwell den Modulus der Relaxationszeit genannt hat. Für ein ideelles Gas findet Maxwell[2] $K = p$, daher T bei constanter Temperatur der mittleren Weglänge proportional.

Nehmen wir in erster Annäherung an, dass T diese Eigenschaft auch dann noch habe, wenn das Volumen der Moleküle und die Anziehung zwischen ihnen berücksichtigt wird, so ergiebt sich für μ ein theoretischer Ausdruck, in welchem nur K unbekannt bleibt, nämlich

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{K}{P} \cdot \frac{s_0}{s} \left(1 - \frac{b \cdot s}{\Delta} \right)$$

wo für die Temperatur, auf welche μ sich bezieht, μ_0 und s_0 die Werthe von μ und s für den Druck P einer Atmosphäre bedeuten. Δ ist die normale Dichte der Kohlensäure und b die van der Waals'sche Constante, nämlich das vierfache Molecularvolumen, indem als Einheit des Volumens das Volumen der Substanz bei 0° und dem Druck einer Atmosphäre genommen wird. Die Gleichung gilt, so lange $s < 2b$, d. i. für Kohlensäure etwa so lange $s < 0.4$.

Nach dieser Gleichung bringt die Raumerfüllung der Molecüle eine Abnahme der Reibung mit zunehmender Dichte hervor, also die entgegengesetzte Abweichung vom Maxwell'schen Gesetz, wie die Anziehung zwischen den Molecülen. Aus derselben Gleichung ergiebt sich nach unsern Versuchen für Kohlensäure von der Dichte 0.38 bei 32°.6 K zu 7.2 ^{kg} auf's Quadratmillimeter, d. i. etwa $\frac{1}{390}$ mal so gross, als für Glas und etwas grösser, als für Unschlitt[3].

---

[1] In der Bezeichnung von Kirchhoff. Vorlesungen u. s. w. S. 400.

[2] Philosophical Magazine etc. 1868 (4) Vol. XXXV p. 211.

[3] Poggendorff's Annalen. 1869. Bd. 136. S. 295.

Ausgegeben am 11. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1882.

XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

11. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Der Vorsitzende las über eine von ihm ausgeführte Vergleichung der Fundamental-Cataloge des Berliner Jahrbuchs, des Nautical Almanac, der Connaissance des Temps und der American Ephemeris.

2. Hr. W. Peters las: Über eine neue Art und Gattung der Amphisbaenoiden, *Agamodon anguliceps*, mit eingewachsenen Zähnen aus Barava (Ostafrica).

Agamodon n. gen.

Dentes maxillarum tomiis innati. Caput superne scutis duobus, rostrali frontoparietalique. Oculi distincti. Corpus subbreve; segmenta lateralia quadrangularia, dorsalia ventraliaque media minora, squamiformia; sulcus lateralis nullus, dorsalis obsoletus, abdominalis distinctus; pori praeanales. Cauda compressa, apice acuminato.

A. anguliceps n. sp.

A. capite angulato convexo, lateribus fere perpendicularibus; cingulis corporis 132, caudae 17; poris praeanalibus 4, segmentis valvulae analis 6. Flavidus, dorso nigromaculato.

Longitudo tota 172^{mm}; capitis 11^{mm}; caudae 19^{mm}.

Habitatio: Barava (Africa orientalis).

3. Hr. G. Kirchhoff legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. W. Voigt in Königsberg vor: Die Theorie des longitudinalen Stosses cylindrischer Stäbe. Die Aufnahme derselben in den Sitzungsbericht wurde genehmigt.

4. Hr. du Bois-Reymond legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. A. B. Meyer, Directors des Kgl. zoologischen Museums in Dresden, vor: Über den Xanthochroismus der Papageien. Dieselbe erscheint im heutigen Sitzungsbericht.

Über den Xanthochroismus der Papageien.

Von A. B. Meyer.

Das Dresdener Zoologische Museum erhielt vor kurzem einen grünen Edelpapagei, *Eclectus polychlorus (Scop.)* — C 6454 der Sammlung — von der zu den Molukken gehörigen Insel Tidore, welcher die folgenden Abweichungen von der Norm im Gefieder aufweist:

Die 4. und 5. Schwinge erster Ordnung rechterseits und die 3. (längste) linkerseits sind schön citronengelb, statt blau und schwarz; das distale Viertel der Aussenfahnen und die Ränder der Innenfahnen in etwas weiterer Ausdehnung sind roth, auch spielt das Gelb längs der Schäfte hier und da in's Orange; die Ränder der Aussenfahnen sind tiefer gelb, entsprechend den grünen Rändern derselben am normal gefärbten Vogel; der Basaltheil der Innenfahnen ist fast weiss. Die Unterseite der drei Federn erscheint durchgehends etwas heller und zum Theil ganz weiss, die im Normalen schwarzen Schäfte sind weiss. Die 4. und 5. der grossen Flügeldeckfedern über den gleichnamigen Schwingen erster Ordnung rechterseits, sowie zwei oberhalb derselben liegende kleine Flügeldeckfedern sind schön citronen- bis schwefelgelb, während linkerseits über der gelben Schwinge die Deckfedern normal blau und grün gefärbt erscheinen. Auf dem Kopfe befindet sich eine kleine ganz gelbe Feder zwischen den grünen; und endlich ist die anomale Farbe der Unterschnabelbasis hervorzuheben, welche röthlich gelb, statt schwarz ist.

Dieses Verhalten erscheint mir, wenn auch Ähnliches schon sonst beobachtet worden ist, nicht ohne Interesse.

Bekanntlich bekommen Papageien in der Gefangenschaft vielfach gelbe Federn. Eine grosse Reihe solcher »Xanthochroismen« ist z. B. von Levaillant und Bourjot[1] abgebildet worden; es dürfte die Erscheinung des Gelbwerdens der Papageifedern wohl dem Albinismus bei anderen Vögeln entsprechen. Man hat jedoch bis jetzt, so viel ich weiss, nicht nach dem Grunde dieser Verfärbung in Gelb geforscht und ist ihr auch nicht, was so nahe läge, experimentell näher getreten. Das

[1] F. Levaillant und Al. Bourjot Saint-Hilaire: Histoire naturelle des Perroquets. 3 voll. fol. 1805—38.

Exemplar stammt dem Anscheine nach nicht aus der Gefangenschaft, ohne aber dass sich hierüber etwas mit Bestimmtheit aussagen liesse; dasselbe würde jedoch dann nur darthun, dass auch unter normalen Verhältnissen Umstände eintreten können, welche eine solche Verfärbung zur Folge haben.

Hr. Krukenberg hat kürzlich nachgewiesen[1], dass der Farbstoff, welcher das Grün in den Papageifedern hervorruft, gelb ist; einem dunklen Pigment aufgelagert, erscheint derselbe grün. Hr. Krukenberg nannte den gelben Farbstoff *Psittacofulvin*, den dunklen (schwarzbraunen) *Fuscin*.

Aller Wahrscheinlichkeit nach fehlt nun dieses dunkle Grundpigment in den gelben *Eclectus*-Federn, und das Psittacofulvin kann daher unbehindert optisch zur Geltung kommen. Diese Schwingen erster Ordnung sind bei normal gefärbten Exemplaren blau und schwarz. Hr. Krukenberg legte dar, dass dem Blau in den Vogelfedern kein blauer Farbstoff zu Grunde liege, sondern dass dasselbe eine sogenannte optische Farbe sei. »Eine Erscheinung, welche überall da zu Stande kommt, wo das Licht ein trübes Medium durchdringt und von einer schwarzen Unterlage aus alsdann reflectirt wird ... Veritable blaue Farbstoffe ... werden in Hautgebilden bei ... Vögeln kaum aufgefunden werden«.[2] Da nun, wie ich glaube annehmen zu dürfen, kein Fuscin in diesen anomal gefärbten Federn abgelagert ist, so müssten sie weiss erscheinen, wenn sie auch sonst kein Pigment enthielten. Sie enthalten jedoch auch Psittacofulvin, und dieses wirkt nun als solches. Ich vermuthe, dass die normalen schwarz und blau gefärbten Schwingen auch Psittacofulvin enthalten, aber in so geringer Menge gegenüber dem Grundpigmente Fuscin, dass es optisch nicht zum Ausdrucke kommt. Ich vermuthe dieses deshalb, weil, wie Hr. Krukenberg nachgewiesen hat, auch die weissen *Cacatua*-Federn Psittacofulvin enthalten, welches aber so spärlich vorhanden und so sehr vertheilt ist, dass es in den Federn keine Wirkung auf das Auge ausüben kann.[3] Allein sollte in normal blau und schwarz gefärbten *Eclectus*-Schwingen auch kein Psittacofulvin vorhanden sein, so wäre es nicht so auffallend, dass es sich in den des dunklen Grundpigmentes baren Federn ablagerte oder bildete. Das gelbe Pigment

[1] C. Fr. W. Krukenberg: Über die verschiedenartige Färbung eines *Eclectus polychlorus*-Paares aus Neu-Guinea in vergl. Physiolog. Studien II. Reihe 1. Abth. S. 161 bis 165, 1880; und: Die Federfarbstoffe der *Psittaciden*. Ebenda, 2. Abth. S. 213—220. 1882.

[2] A. a. O. S. 198; — s. auch S. 214 und 1. Abth. S. 162; — I. Reihe 5. Abth. S. 98.

[3] A. a. O. 2. Abth. S. 219. Einen weissen Federfarbstoff giebt es nicht; das Weiss rührt von eingeschlossener Luft her und verschwindet, wenn man diese z. B. durch Terpentin, Alkohol u. dergl. austreibt.

in diesen anomal gelben Federn liegt übrigens zum grössten Theil in den im normalen Zustande dunkelpurpur gefärbten Nebenstrahlen (radii) abgelagert,[1] während die Äste (rami), welche im Normalen blau oder grün sind, weiss, also ganz pigmentlos, erscheinen. Die kleine gelbe Feder auf dem Kopfe, sowie die anomale röthliche Unterschnabelbasis deuten darauf, dass die Verfärbung nicht durch eine locale Einwirkung hervorgerufen worden, sondern dass der Gesammtorganismus afficirt war. Bei dem Unterschnabel, welcher in der Norm ganz schwarz ist, während bekanntlich der Oberschnabel immer in schön rother Farbe prangt, liegt es nahe, ebenfalls einen Mangel an dunklem Pigmente vorauszusetzen.

Die röthlichen Tinten auf den gelben Federn dürften durch den rothen Farbstoff, welchen Hr. KRUKENBERG Araroth genannt hat, bedingt sein, welcher Farbstoff auch in den rothen Seiten- und unteren Flügeldeck-Federn enthalten ist, wenn die Ansicht dieses Forschers,[2] dass das Araroth nicht etwa »ein gesättigter Farbenton des Psittacofulvins ist«, sich als unumstösslich richtig erweisen sollte. Das Verständniss der Entstehung der verschiedenen Farben bei einem mit so grell contrastirenden Tinten geschmückten Vogel, wie es der männliche *Eclectus polychlorus* z. B. ist, würde allerdings sehr gefördert sein, wenn es sich nur um das eine Pigment Psittacofulvin handelte, welches auf dunklem Grunde grün erscheint, und, concentrirt, direct roth wirkte: damit wäre auch die bis jetzt so räthselhafte Farbendifferenz der beiden Geschlechter bei *Eclectus* (bekanntlich sind die Weibchen roth) dem Verständniss ganz nahe gerückt; und ich glaube auch noch aus anderen Gründen, welche ich in meiner Abhandlung »über die Nestkleider von *Eclectus*« (a. a. O.) berührt habe, dass zwischen diesen zwei Farbstoffen eine sehr nahe chemische Verwandtschaft bestehen muss, wenn sie nicht identisch sind. Die wahrscheinliche chemische Verwandtschaft der Federfarbstoffe untereinander hat Hr. KRUKENBERG (a. a. O. S. 209) schon mit folgenden Worten in das gebührende Licht zu stellen gesucht: »Jedenfalls weist das übereinstimmende Verhalten des Zoonerythrins, des Araroths, des Zoofulvins, Coriosulfurins und Picofulvins gegen Schwefelsäure und Salpetersäure auf eine allen diesen Federfarbstoffen gemeinsame Muttersubstanz hin, für welche ich das Coriosulfurin, den allgemeinen Fettfarbstoff der Vögel, ansehen zu müssen glaube, und auf welchen ich die braunen Federpigmente hypothetisch ebenfalls zurückführen möchte: eine Auffassung, welche gegenwärtig zwar nicht die Chemie, sondern nur die eigenthümliche Ver-

[1] Siehe A. B. MEYER: Über die Nestkleider von *Eclectus* in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 37. 1. Heft 1882.
[2] A. a. O. S. 218.

theilung der Pigmente in den Federn, ihr vergesellschaftetes Vorkommen, sowie die an vielen Federn hervortretende partienweise scharfe Abgrenzung der dunklen Pigmente von den gelben und rothen begründen hilft.«

Es liefern die gelben Federn des unter Discussion stehenden *Eclectus*-Exemplares einen directen Beweis dafür, dass die grünen Papageifedern einen gelben Farbstoff enthalten. Hr. Krukenberg demonstrirte dieses unter Anderem noch durch folgendes Experiment ad oculos: »Das schwarze Pigment wird in den Geweben durch Wasserstoffsuperoxyd viel eher gebleicht als das Psittacofulvin . . ., weshalb die grünen Papageienfedern nach der Einwirkung des Wasserstoffsuperoxydes immer viel reiner gelb als zuvor erscheinen.«[1] Bei den grünen *Eclectis* lässt sich der gelbe Farbstoff auch noch in anderer Weise erschliessen: Wenn man das Licht möglichst horizontal auf das Grün des Rückens auffallen lässt, wenn man z. B. in Augenhöhe über den grünen Rücken, dem Lichte zugewendet, hinwegsieht, so erscheint derselbe schön orangegelb, so blendend grün schillernd er auch bei auffallendem Lichte ist. Dieses Verhalten wurde bis jetzt, so viel ich sehe, nicht beachtet. Fast noch in die Augen springender ist es, und zwar schon bei schräg auffallendem Lichte, bei den grünen Federn der Araras, bei *Sittace militaris (L.)* und *chloroptera (Gray)*.

Etwas Ähnliches, vielleicht Analoges, bieten einige Arten der Schmetterlingsgattung *Ornithoptera* dar: *O. Pegasus Feld.* von Neu-Guinea und verwandte Arten sind schön grün bei auffallendem Lichte, bronzegelb bis kupferroth bei horizontal einfallendem; hier liegt also ebenfalls wahrscheinlich ein gelbes Pigment auf dunklem Grunde. Die Weibchen, welche einfach braun sind, besitzen dieses gelbe Pigment wohl nicht, sondern nur das dunkle. Das Männchen von *O. Croesus Wall.* von Batjan ist feurig orangefarben schon bei auffallendem Lichte, das Weibchen wie das von *Pegasus* einfach grau und braun; hier darf vielleicht vermuthet werden, dass das gelbe Pigment bei dem Männchen in so dicker Schicht dem dunklen Grundpigment aufliegt, dass dieses optisch keine Wirkung mehr ausüben kann; denn die Erklärung, welche ich für die anomal gelb gefärbten *Eclectus*-Federn zu geben gesucht habe, dass wegen Fehlens des dunklen Grundpigmentes der gelbe Farbstoff unbehindert zur Wirkung gelangen könne, hätte in diesem Falle wenig Wahrscheinlichkeit für sich, weil dem Männchen das dunkle Pigment nicht fehlen wird, wenn das Weibchen es besitzt: es kann bei diesem direct zur Wirkung kommen, da dem Braun kein Gelb aufgelagert liegt. Ich gebe dieser Erklärung nur vermuthungsweise Raum, empfehle

[1] A. a. O. S. 217.

die Thatsachen jedoch den Chemikern zu experimenteller Prüfung und bin bereit, das dazu nothwendige Material, soweit ich es vermag, zur Verfügung zu stellen.

Die Krankheit des mir vorliegenden *Eclectus*-Exemplars besteht nun wahrscheinlicherweise darin, dass das die Unterlage bildende dunkle Pigment, vielleicht darf man annehmen in Folge einer Ernährungsstörung, nicht abgelagert wurde. Eine Ernährungsstörung vermuthe ich deshalb, weil bekanntlich verschiedene Völker es verstehen sollen, grüne Papageien durch eine besondere Art der Ernährung, und auch durch andere Mittel, gelb zu färben.[1] Man nennt dieses Verfahren Tapiriren.[2] Abgesehen von früheren Nachrichten[3] theilte C. F. Ph. von Martius das Folgende von den Mundrucûs in Brasilien mit:[4]

»Man versicherte mich auch hier, dass sie die Gewohnheit hätten, den Papageyen die Federn auszurupfen und die wunden Stellen so lange mit Froschblut zu betupfen, bis die nachgewachsenen Federn die Farben wechselten, namentlich von Grün in Gelb.«

Hr. Finsch[5] verhält sich ganz abweisend dieser und anderen Angaben gegenüber; er hält dieselben an und für sich nicht für glaubhaft, und wird hierin noch bestärkt durch die Zweifel, welche Forscher wie Al. von Humboldt, Maximilian Prinz von Wied, R. Schomburgk und H. Burmeister ausgesprochen haben. Ob jedoch ein solcher Zweifel gegenüber den folgenden ganz positiv lautenden Angaben des Hrn. Wallace aufrecht erhalten werden kann, weiss ich nicht. Dieser gewissenhafte und vielseitige Forscher berichtet[6] von dem so geschätzten Federkopfschmucke[7] der Uaupés, welcher *acangatára* heisst:

---

[1] Ich erinnere nebenbei daran, dass man neuerdings gelbe Canarienvögel durch Füttern mit Pfeffer dunkelorange gefärbt hat. (S. z. B. »Die gefiederte Welt.« 1881. S. 316.)

[2] Tapirer (franz.) = bunt oder scheckig machen.

[3] Siehe u. a. Buffon: Histoire naturelle des oiseaux. vol. VI. p. 61 und 235. 1779. 4.

[4] Spix und Martius Reise in Brasilien. III. S. 1312. 1831. S. auch C. F. Ph. von Martius: Zur Ethnographie Amerika's. 1867. S. 389, und Dr. Sacc in »Der zoologische Garten.« 1864. S. 21.

[5] O. Finsch: Die Papageien, I. S. 167, 1867.

[6] A. R. Wallace: Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro, 1853, p. 294.

[7] Das Dresdener Ethnographische Museum besitzt zwei Federschmuckarbeiten von Süd-Amerika, welche wahrscheinlich zum Theil aus so verfärbten Federn gefertigt sind: No. 159 von den Mundrucûs, eine Halskrause mit unveränderten gelb und blauen unteren Flügeldeckfedern von *Sittace ararauna (L.)* und mit gelb und rothen verfärbten Schulterfedern von *S. macao (L.)*, und No. 1116 (Coll. Poeppig), ein Gürtel von den Tecuñas am Marañon, lediglich aus den letztgenannten Federn oder aus solchen von *S. chloroptera (Gr.)*, was schwer zu entscheiden ist. Bei den veränderten Federn sind die Kiele pigmentlos, weiss, während sie bei normal gefärbten oben schwarz und nur an der Unterseite weiss sind; nur hier und da zeigt eine der verfärbten Federn noch einen schwarzen Kiel.

»The feathers are entirely from the shoulders of the great red macaw, but they are not those that the bird naturally possesses, for these Indians have a curions art by which they change the colours of the feathers of many birds. They pluck out those they wish to paint, and in the fresh wound inoculate (with) the milky secretion from the skin of a small frog or toad. When the feathers grow again they are of a brilliant yellow or orange colour without any mixture of blue or green, as in the natural state of the bird: and on the new plumage being again plucked ont, it is said always to come of the same colour without any fresh operation. The feathers are renewed but slowly . . .«

Es giebt zwei Arten grosser rother Araras: *Sittace macao (L.)*, der grosse gelbflügelige und *S. chloroptera (Gray)*, der grosse grünflügelige. Die betreffenden Federn bei ersterem sind gelb, blau und grün, bei letzterem grün und blau. Hr. Wallace meinte also den letzteren; die zwei Arten sind jedoch sehr nahe mit einander verwandt und kommen theilweise in denselben Gegenden vor; dem Roth von *S. macao* ist, wie Hr. Krukenberg nachgewiesen hat, Gelb beigemischt,[1] das von *S. chloroptera* ist intensiver und reiner.

Ferner sagt von Martius von den Uabixanas (Wapisianas):[2] »Sie sollen auch erfahren in der Kunst seyn, junge Papageyen buntfärbiger zu machen.«

Dann hat Charles Darwin, dessen Hinscheiden die Wissenschaft kürzlich zu betrauern hatte, nach Angaben des Hrn. Wallace, noch das Folgende mitgetheilt:[3] »The natives of the Amazonian region feed the common green parrot *(Chrysotis festiva Linn.)* with the fat of large Siluroid fishes, and the birds thus treated become beautifully variegated with red and yellow feathers. In the Malayan Archipelago the natives of Gilolo alter in an analogous manner the colours of another parrot, namely, the *Lorius garrulus Linn.*, and thus produce the *Lori rajah* or king-Lory. These parrots in the Malay Islands and South America when fed by the natives on natural vegetable food, such as rice and plantains, retain their proper colours.«

Mir kam während meiner Anwesenheit in den Molukken im Jahre 1873 Nichts über das von Hrn. Wallace mitgetheilte Verfahren an *Lorius garrulus* — dem Papagei, welcher dort mit am meisten in der Gefangenschaft gehalten wird — zu Ohren: mir war auch jene seine Mitteilung an Charles Darwin damals noch nicht bekannt, sonst

[1] A. a. O. 1. Abth. S. 163.

[2] v. Martius: Zur Etnographie Amerika's. 1867. S. 639.

[3] Ch. Darwin: Variation of Animals and Plants under Domestication. Vol. II., p. 280, 1868.

hätte ich nicht unterlassen, Nachforschungen darüber anzustellen. Übrigens bezeichnete man mir dort unter dem Namen »*lori radja*« allgemein jenen grossen roth und schwarzen Adlerpapagei von Neu-Guinea (*Dasyptilus Pecqueti Less.*), welcher dem Sultan von Tidore, neben todten Paradiesvögeln, von den Papúas Neu Guinea's als Tribut dargebracht wird. Möglich, dass man mehreren Vögeln denselben Namen beilegt. Hr. Wallace hatte schon im Jahre 1864 bei *Lorius domicella L.*[1] bemerkt: »The *Psittacus raja* of Shaw, Vieillot etc. is probably a domesticated variation of this species induced by peculiar food.« Das Verfahren der künstlichen Umfärbung wird in diesen Gegenden möglicherweise, wie in Süd-Amerika, an einer Reihe von Papageien geübt. Jener *Psittacus raja* hat gelbe Flügel und Tibien, und ist u. a. von Levaillant[2] abgebildet worden, vielleicht nach dem jetzt in Leiden befindlichen Exemplare, welches Hr. Schlegel in seinem Catalog[3] unter No. 9 aufführt. *Lorius domicella* ist auf Ceram und Amboina zu Hause, wird aber viel gefangen auch nach anderen Theilen der Molukken gebracht, wo er dann dem Verfahren des Umfärbens ausgesetzt wäre.

Ich kann mich nicht entschliessen gegenüber den positiven und zum Theil ganz sicher klingenden Angaben von Seiten so glaubwürdiger und hervorragender Forscher, wie ich sie oben angezogen habe, die Mittheilungen über die Kunst, die Farbe der Vogelfedern willkürlich zu verändern, einfach in das Gebiet der Fabeln zu verweisen. In Bezug auf die Erklärung des Vorganges der Verfärbung ist es auch von gar keiner Bedeutung, ob sie absichtlich vom Menschen bewirkt, oder unbeabsichtigt hervorgerufen wird, als eine Folge der nicht naturgemässen Verhältnisse des Gefangenschaftslebens oder des Alters oder einer speciellen Krankheit.

Das anomale *Eclectus*-Exemplar stammt aus derselben Gegend, in welcher nach Hrn. Wallace die Kunst des Verfärbens an *Lorius garrulus* geübt wird, nämlich von der Insel Tidore, welche dicht bei der grossen Insel Halmahera — von Hrn. Wallace mit »Gilolo« bezeichnet — liegt. Von Halmahera, bei Bessa, hat auch der seinem Forschereifer zu früh erlegene H. A. Bernstein im Jahre 1862 einen fast ganz gelben männlichen *Eclectus polychlorus* nach Leiden gesandt, von welchem Hr. Schlegel sagt:[4] »Variété très-curieuse, parce que les teintes vertes et rouges de son plumage se trouvent, en majeure

[1] A. R. Wallace: On the Parrots of the Malayan Region, in Proceedings of the Zoological Society of London, 1864 p. 288.

[2] Levaillant: l. c. 1805. Pl. 94.

[3] H. Schlegel: Mus. Pays-bas, Psitt. 1864 p. 120. S. auch T. Salvadori Orn. papuasia I. p. 238, 1880.

[4] L. c. Psitt. 1874. p. 14 No. 20.

partie, changées en un beau jaune de citron. Cet individu tué à l'état sauvage peut servir de preuve que les variétés de ce genre, si communes chez plusieurs grandes Amazones, ne sont pas le produit de l'art, mais la suite d'un état pour ainsi dire maladif des individus.«

Es ist meines Dafürhaltens der Umstand, dass der Vogel im Wilden geschossen wurde, noch kein classischer Beweis dafür, dass die Farbenanomalie auch im Freileben entstanden sei; denn es werden in diesen Gegenden so viele Papageien in der Gefangenschaft gehalten, dass man, wie ich aus eigener Erfahrung weiss, auch dann und wann im Wilden einen der Gefangenschaft entflogenen schiessen kann. Allein ich will die Möglichkeit der sozusagen spontanen Entstehung des Xanthochroismus gar nicht in Abrede stellen. Ich selbst erlegte mehrere weibliche *Eclectus*-Exemplare, welche anomale rothe Federn an den unteren Flügeldecken aufweisen,[1] und welche unmöglich als Gefangenschaftsexemplare angesehen werden konnten. Sie liefern daher den Beweis, dass anomale Färbungen (wenn auch anderer Art) bei Papageien auch im Freileben vorkommen.

Ist es einerseits nun auch nicht unmöglich, dass, trotzdem das *Eclectus*-Exemplar No. 6454 des Dresdener Museums durch Nichts direct bethätigt, dass es in Gefangenschaft gehalten worden, die gelben Federn eine Folge sind von künstlicher Einwirkung Seitens einer Menschenhand, — sei es nun eine besondere Art der Ernährung, oder Einreiben mit irgend welchen Stoffen, oder was immer gewesen, so kann diese Anomalie doch andererseits auch ohne Einwirkung des Menschen entstanden sein und andere Ursachen haben; es ist jedenfalls in verschiedener Weise durch Störung der normalen Ernährungsverhältnisse die Pigmentbildung in den Vogelfedern zu beeinflussen. Hr. Krukenberg[2] hat hier einschlagende Fragen schon berührt, ich erlaube mir aber auf die angeführten Thatsachen noch besonders aufmerksam zu machen, damit ihnen womöglich experimentell näher getreten und eine genügende Erklärung für sie gewonnen werde. Jedenfalls erschien mir diese anomale Färbung bei *Eclectus polychlorus* interessant genug, um sie zu besprechen, da zu ihrem Verständnisse weiterreichende Fragen beantwortet werden müssen.

[1] A. B. Meyer a. a. O.
[2] Fr. Krukenberg a. a. O. 2. Abth. S. 218 und 220.

Ausgegeben am 18. Mai.

1882.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

11. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Conze las: Über das Relief bei den Griechen. Die Mittheilung folgt in einem der nächsten Berichte.

2. Zum 16. Mai, als dem Stiftungstage der Bopp-Stiftung, hat die philosophisch-historische Klasse den von der Gesammt-Akademie genehmigten Beschluss gefasst, dem Privatdocenten Dr. K. Brugmann in Leipzig die Summe von 900 Mark und dem Privatdocenten Dr. Th. Zachariae in Greifswald die Summe von 450 Mark zu überweisen.

Ausgegeben am 18. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1882.

XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

25. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Tobler las: Verblümter Ausdruck und Wortspiel in altfranzösischer Rede.

2. Hr. Peters übergab Band III (Amphibien) des Reisewerks über Mossambique.

3. Hr. Weber legte eine Mittheilung des Hrn. Georg Bühler in Wien, correspondirenden Mitglieds der Akademie, vor: Archaeologische und epigraphische Funde in Bombay.

4. Hr. Helmholtz legte vor eine Abhandlung von Prof. Hermann W. Vogel hierselbst: Über die Lichtempfindlichkeit der Silberhaloidsalze gegen das Sonnenspectrum.

Die Mittheilungen der HH. Tobler und Bühler folgen im heutigen Sitzungsbericht, diejenige des Hrn. Vogel in einer späteren Nummer.

5. Hr. Henle, correspondirendes Mitglied der Akademie, hat in Erwiderung des von der Akademie an ihn gerichteten Beglückwünschungsschreibens (s. oben S. 330) folgendes Schreiben an den damals vorsitzenden Secretar, Hrn. du Bois-Reymond, gerichtet:

Göttingen, 1. Mai 1882.

Hochgeehrter Herr College,

Die Königliche Akademie, die mir vor Jahren die Ehre erwies, mich unter die Zahl ihrer Correspondenten aufzunehmen, hat mich durch den gütigen Antheil, den sie an meinem Jubelfeste nahm, auf's Neue zu lebhaftem Danke verpflichtet, den ich Sie ergebenst bitte, ihr in meinem Namen erstatten zu wollen.

Das Schreiben der Akademie erinnert an die ersten Jahre meiner akademischen Laufbahn, die ich an der Berliner Universität verlebte, und wie sollte ich nicht an einem Tage, der vor Allem dem Rückblick geweiht ist, der Zeit und des Ortes gedenken, von wo die verschiedenen Wege, auf welchen mir das Eine oder Andere zu erreichen glückte, ihren gemeinschaftlichen Ausgangspunkt haben, der Zeit, da ich Joh. Müller, Ehrenberg, G. Magnus, Wiegmann meine Lehrer nennen durfte, da zugleich mit mir Schwann, Bischoff, von Nordmann und später Reichert, Remak, Hannover, Burmeister, Stannius wetteiferten, mit den eben populär gewordenen mikroskopischen Hülfsmitteln die organische Welt zu durchforschen. Neben der Förderung, die der Verkehr mit diesen Voran- und Mitstrebenden gewährte, hatte ich es mit einer Constellation zu thun, die ich nach meinem damaligen Urtheil nur als eine ungünstige betrachten konnte, und von der ich mir doch später gestehen musste, dass sie mit ihrer Ungunst heilsamer war, als es meinen Wünschen mehr entsprechende Verhältnisse gewesen sein würden. Die demagogischen Untersuchungen verzögerten meine Habilitation, und nöthigten mich, die Zeit, die ich durch Vorlesungen zu früh zu zersplittern im Begriff war, ganz auf eigene Untersuchungen zu verwenden. Und als mir dann die akademische Lehrthätigkeit zu beginnen gestattet war, sah ich mich durch die reiche und würdige Besetzung der anatomisch-physiologischen Fächer an der dortigen Universität und durch die Aussichtslosigkeit jeder Concurrenz gezwungen, neue Bahnen einzuschlagen. So entstand der Versuch, die mikroskopische Anatomie den Studirenden zugänglich zu machen, so das Unternehmen des Eroberungszuges in ein Gebiet, welches bis dahin von der praktischen Medicin beherrscht worden war.

Ich bin nach Allem, was ich an meinem Jubeltage erfuhr, nicht so bescheiden, an meinem Beruf, diese Neuerungen in's Leben zu führen, zu zweifeln; aber wie ich mich getragen und angespornt dadurch fühlen musste, dass zu meinen ersten Vorlesungen Zuhörer, wie Sie selbst, verehrter Herr College, wie Brücke, Kölliker sich einfanden, wird Jeder ermessen, der den magnetischen Rapport erfahren hat, welcher sich zwischen dem Docenten und seinem Auditorium bildet.

Habe ich dem anregenden Leben in den dortigen Kreisen die ersten Impulse meines wissenschaftlichen Wirkens zu danken, so wird mich bis an das Ende desselben die erhebende Erinnerung an die von Ihrer Körperschaft mir zu Theil gewordene Anerkennung und an das Wohlwollen begleiten, mit dem sie den Erfolg meiner Bestrebungen beleuchtet hat.

Empfangen Sie u. s. w.

Henle.

6. Die zur Fortführung der akademischen Unternehmungen von der philosophisch-historischen Klasse beschlossenen Unterstützungen, nämlich 3000 Mark für die griechischen Inschriften, 4500 Mark für die politische Correspondenz Friedrich's II., 4000 Mark für die Ausgabe der griechischen Commentatoren des Aristoteles, 3000 Mark für die römische Prosopographie, 1200 Mark für die römische Paläographie, werden durch die Ministerialschreiben vom 29. April genehmigt. Ferner werden auf Antrag derselben Klasse durch Ministerialschreiben vom 29. April 4000 Mark für eine Reise des Hrn. Prof. Dr. G. Hirschfeld nach Bithynien und Paphlagonien und durch Rescript vom 15. Mai 4000 Mark für eine Reise des Hrn. Dr. Humann nach Ankyra zur Abformung des dortigen Monuments angewiesen. Endlich werden auf Antrag der physikalisch-mathematischen Klasse durch Rescript vom 29. April 1800 Mark für Hrn. Dr. K. Brandt zur Ausführung von Untersuchungen auf der zoologischen Station in Neapel und durch Rescript vom 13. Mai 3000 Mark für eine botanische Reise des Hrn. Edmund Kerber nach dem westlichen Mexico angewiesen.

Verblümter Ausdruck und Wortspiel in altfranzösischer Rede.

Von A. Tobler.

Den Erscheinungen, von welchen hier gehandelt werden soll, ist, so viel mir bekannt, innerhalb der alten Litteratur Frankreichs noch niemand nachgegangen; das einzelne Vorkommnis ist wohl oft genug richtig verstanden, eine weitere Umschau aber nicht gehalten, das Gleichartige zusammen zu stellen nicht versucht worden. Auch was ich hier gebe, erschöpft den Gegenstand nicht und ist weit entfernt, der Fülle des von W. Wackernagel (Kl. Schriften III 59 ff.) auf deutschem Boden Gesammelten gleich zu kommen: ich gehe nur ausnahmsweise über die Grenze der im engern Sinne altfranzösischen Zeit hinaus, lasse die heutige volkstümliche Redeweise, lasse Rabelais und seine Zeitgenossen, die alte Bühnendichtung und die moralischen Sprüche des 15. und des 16. Jahrhunderts fast durchaus bei seite; die ausgiebige Ernte auf diesen Feldern bleibe späterer Gelegenheit vorbehalten. Ist auch sie einmal eingebracht, wird sich entscheiden lassen, ob bei Deutschen oder ob bei Franzosen die besondere Art des Witzes und des Humors, auf die es hier ankommt, mehr und mannigfaltigere Blüten getrieben, ob etwa die Eigentümlichkeit jeder Sprache die Pflege besonderer Arten des Wortspiels hier oder dort begünstigt habe, ob dem verschiedenen Maſse unmittelbarer Verständlichkeit der meisten landesüblichen Personennamen ungleiches Maſs der Häufigkeit gewisser Species der verblümten Rede entspreche, und anderes mehr. Vorderhand begnüge ich mich damit, das Bestehen des Wohlgefallens an gewissen, den Stil angehenden Formen des Ausdrucks zu erweisen. Es wird sich dabei zeigen, daſs nicht alle in gleichem Maſse überall häufig sind, daſs gewisse Spielereien aus den Kreisen stammen, in welchen allerwärts die Beschäftigung mit fremden Zungen dem Gebrauche der eigenen die volle Unbefangenheit mindert, in welchen das Achten auf Gleichklänge, auf die Bedeutsamkeit des einzelnen Buchstabens für den Sinn, nachdem es am

fremden Stoffe geübt worden, die heimische Sprache zum Gegenstande nimmt. Ob die so oder so zu stande gekommenen Scherze dem heutigen Betrachter Vergnügen bereiten oder nicht, ist eine Frage, deren Beantwortung verschieden ausfallen kann; verdienstlich ist gewifs die Entschiedenheit, mit der Molière öfter der mafslosen Pflege der Turlupinade entgegengetreten ist, und die kräftige Unterstützung, die Boileau ihm in diesem Kampfe hat zu teil werden lassen; aber warum sollte nicht daran wenigstens der Beobachter sich freuen dürfen, wenn er in einer Litteratur die Fähigkeit raschen Erfassens, augenblicklichen Verstehens auch des nur flüchtig Angedeuteten bezeugt findet, das Vermögen, mutwillig Verschleiertes gleichwohl zu erkennen, die Empfänglichkeit für den Reiz, welchen Gegensatz des Sinnes bei Ähnlichkeit des Lautes gewährt, kurz jene Geistesgewandtheit, die vorhanden sein mufs, wo Anspielung und Wortspiel gedeihen sollen? Gleich von vorne herein ist doch diese Gewandtheit nicht überall gegeben: sie mufs erst erworben und will geübt sein, wenn gewisse Kunstwirkungen zu stande kommen sollen; und um so mehr befriedigt der Anblick der wachsenden Geschicklichkeit zu den eben erwähnten Geistesbewegungen, wenn nebenher der Rückgang des Volksgeistes in anderen Bezügen sich spürbar macht. Wird auf der einen Seite der Boden, auf dem gewisse Kunstgattungen erwuchsen, mehr und mehr unfähig, sie weiter zu erzeugen, so sieht man gern Kräfte desselben sich bewähren, die bisher noch nicht ausgenutzt, einer neuen Art des Anbaus guten Erfolg versprechen.[1])

1.

Sehr beliebt und weit verbreitet ist die Weise verblümten Redens, bei welcher eine Person oder eine Sache zu irgend einer wirklich vorhandenen Ortschaft oder einem Lande als ihrer Heimat, ihrem Ursprung oder ihrem Ziel oder ihrem Lieblingsaufenthalt in Bezug gesetzt wird, doch nur im Scherze, während des Sprechenden Meinung ist, von dem Wesen der Person oder Sache wäre etwas ganz anderes auszusagen, wofür den directen, unumwundenen Ausdruck zu finden dem Hörenden jene auf einen Ort bezügliche Aussage nahe legt, indem der Ortsname an das Wort anklingt, das in der un-

---

[1]) Wie ich nur ausnahmsweise Vorkommnisse berühre, die aufserhalb der altfranzösischen Litteratur entgegen treten, so lasse ich auch diejenigen altfranzösischen bei seite, wo die Übung der Reimkunst zu Wortspielen geführt hat. Es liegt darin etwelche Willkür: ist schon im Reime überhaupt ein Element des Wortspiels enthalten, so gilt dies ganz besonders von dem vielbeliebten equivoken Reime. Es genüge, dafs dies anerkannt ist; ihn eingehend zu erörtern, würde lange aufgehalten, aber wenig Gewinn gebracht haben.

verblümten Rede den Kern der Aussage bilden müfste. So nennt ARISTOPHANES Wesen 'aus Τραγασαί gebürtig', von deren Fressen (τραγεῖν) oder Bocksgeruch (τράγος) er nicht geradezu reden will (s. MÜLLER zu Acharn. 808); so sagt man italienisch *andare a Legnago* für 'Prügel *(legnata)* bekommen', *andare a Lodi* für *lodare*, *andare in (im) Piccardia* für *essere impiccato*, *a Patrasso* für *ad patres* und ähnliches (s. CANELLO im Arch. glott. III 372, RIGUTINI und FANFANI unter *andare*), *venir di Levante* für 'gestohlen *(levato)* sein', *mandare in Levante* für *levare* (s. MANUZZI); so rühmt unter den Provenzalen PEIRE VIDAL von einer schönen Frau, Thun, Reden und Erscheinung habe sie aus *Monbel* und *Argensa*, die Farbe aus *Monrosier* (12, 38), gegen falsche Heuchler habe sie an *Montesquiu* ein Bollwerk, d. h. sie scheuche sie von sich; in ähnlicher Weise, glaubt SUCHIER (Lit. Bl. 1880, 142), habe BERTRAN DE BORN 16, 29 *Lieuchata* und *Damiata* gebraucht; in einem älteren catalanischen Gedicht finden wir für 'Hahnrei' den Ausdruck 'Hauptmann von *Cervelló*' (Romania X 499); FURETIÈRE sagt im Roman bourgeois I 60 (Jannet) *aller à Versailles* für *verser* und II 38 *aller à Cachan* für *se cacher*. Dieser Art gehören folgende Fälle zu:

Blangy. JAKEMART GIELEE läfst Ren. Nouv. 6609 das Gewand der gleisnerischen Dame Guile von einem Meister aus Blangy angefertigt sein; ist sie doch wie keine kundig der *blange* (Schmeichelei). Ebenso ist es zu verstehen, wenn LAURENT WAGON in seinem 'Windmühle' betitelten Schmähgedicht von einem der angegriffenen Windmacher sagt: *C'est li drois sires de Blangi*, Trouv. Belg. II 164, 51, von einem zweiten *Set de Blangi tous les sentiers*, eb. 78 (wie SCHELER zu Z. 45 richtig bemerkt hat).

Monpancier. *Gloutonie . . Assez aime miex Monpancier Que Marseille ne Carlion* (Var. *ne que Lyon*), wo der Anklang an *pance* ganz aufser Zweifel steht, und die Namen der beiden neben Montpensier genannten Städte wohl auch nicht aufs Geratewohl herausgegriffen, sondern um ihres Anklingens an *Mars* und *lion* willen gewählt sind, RUTEB. II 39.

Bauliant. Dem ergriffenen Verräter Gaufer, der in seiner Todesangst sich bereit erklärt hat, aufser Landes zu gehen und von der Welt geschieden ein Einsiedelleben zu führen *(Si devenrai hermites en un bos verdoiant)*, ruft im Baud. de Sebourc der Held zu: *Je vous ferai hermite es bois de Bauliant*, XV 957, sei es, dafs er von *bauliier* 'baumeln' ohne weiteres in grausamem Scherze einen Ortsnamen bildet, mit dem er den Galgenbühl Montfaucon bei Paris meint (dort wird der Schurke gerichtet, Z. 1065), sei es, dafs er die Nebenform *Bauliant* für *Belleant* 'Bethlehem' spafshaft umdeutet. Letzterer Auffassung weniger

günstig ist der Umstand, dafs das Gedicht anderwärts für Bethlehem nur die Namensform *Bethleant* zu kennen scheint, Bd. I S. 1, 218, 300, 310, 318 u. s. w.; indessen finden wir auch im Ogier in Z. 10960 *Beauliant* neben *Belleant* 11606.

Bordelois. In den Cent Nouvelles Nouv. XCII werden die zwei leichtsinnigen Weiber, die um ein Halstuch in Streit geraten sind und sich auf der Strafse gerauft haben, zuerst festgenommen und vor Gericht gestellt, bald aber entlassen: *les gens de conseil, voyant que la congnoissance de ceste cause n'appartenoit à eulx, la renvoièrent devant le roy de Bordelois, tant pour les merites de la cause, comme pour ce que les femmes estoient de ses subgectes.*

Chanteleu, ein in verschiedenen Varianten mehrfach begegnender Ortsname (s. G. Paris in Romania X 50) scheint auf die hier in Rede stehende Weise von dem sogenannten Menestrel de Reims verwendet zu sein, wenn er (§. 184 der Ausgabe von N. de Wailly) von Milon de Nanteuil erzählt: *li apostoiles li donna a tenir les Vaus d'Alise. Et les tint une grant piece, ne onques n'i fist se mal non. Et courint qu'il s'en revenist par Chanteleu; car il i pëust trop demoureir.* Doch wird vorderhand nicht völlig klar, auf welchen Ausdruck mit dem Ortsnamen angespielt wird. Die von de Wailly versuchte Deutung hat Nyrop (Romania VIII 433) nicht überzeugt.

Cornouaille. In einem der von M. Haupt gesammelten französischen Volkslieder (S. 106) lesen wir: *Mon pere et ma mere Leur foy ont juré Que dans six sepmaines Je me mariray A un vieux bonhomme, Que je tromperay. Droit en Cornouaille Je l'envoyerai.* Dafs damit gesagt sein soll *'je lui planterai des cornes'*, ist zwar, wie es scheint, dem Übersetzer entgangen, der einfach sagt, 'Grade nach Cornwallis Schick' ich ihn hinaus', ist aber jedem Franzosen gleich unmittelbar verständlich wie dem Italiener Ariosto's *se porti il cimier di Cornovaglia,* Orl. fur. 42, 103 oder *Credeano che da lor si fosse tolto Per gire a Roma, e gito era a Corneto,* eb. 28, 24 oder Batacchi's *Si amavano costoro e a Cornazzano Mandavan francamente il generale,* Zibaldone 8, 72.

Empire, das als Name des heiligen römischen Reiches[1]) den Ländereigennamen zugerechnet werden darf, erscheint häufiger als irgend ein anderer zu gleichartigen Scherzen verwendet. Aus-

[1]) Dafs *Empire* oft auch als Bezeichnung der Provence im Gegensatz zu Languedoc, wofür *Royaume* gesagt wurde, sich findet, hat Ste Palaye gezeigt.

drücklicher als erforderlich war, stellt den Sinn der spafshaften Anwendung des Wortes der Dichter des Dolopathos fest, wenn er S. 116 den König zu seinem Sohne sagen läfst: *Biau filz, et tu penses de toi Que muez vaillans soies de moi. Ne soies mie de l'empire; L'en dit, cil en est ki empire,* womit zusammen zu halten ist die spätere Äufserung H. Estienne's in der Apologie p. Hérod. I 2 (Ausg. v. 1735): *du proverbe qui dit par manière d'équivoque que le monde va toujours à l'empire.* Folgende Belege werden schwerlich die sämmtlichen sein, die sich würden beibringen lassen: *Quant li moiens devient granz sires, Lors vient flaters et naist mesdires; Qui plus en seit, plus a sa grace. Lors est perduz jöers et rires; Ses roiaumes devient empires,* Ruteb.[1] 1, 21; *Et s'il sunt hui mauvais, il seront demain pire; De jour en jour iront de roiaume en empire,* eb. 142; *Quant j'oi parler de si lait visce, Par foi, toz li cuers m'en herice De duel et d'ire Si fort que je ne sai que dire; Quar je voi roiaume et empire Trestout ensamble,* eb. 198; *Mes vous morrez povres et nuz, Car vous devenez de l'empire,* eb. 215; *Drois m'ensengne que je doi dire Du mauvez siecle qui empire; Car pou est nus hons qui bien face, Prince et baron sont de l'empire,* B. Cond. 245, 4 (s. Scheler dazu S. 379 und 476); *Ce monde pas n'amende, ainçois vait en l'empire,* Jubinal N Rec. 1, 193; *Il sont assez de fames, qui les voudroit eslire, Qui moult tost sont saillies du roiaume en l'empire,* eb. 2, 70; *Li roiaumes abesse et devient de l'empire,* eb. 2, 229; *Por ce est fols qui se forroit, Se il el royaume se voit; Quar tost est entrez en l'empire,* Jongl. et Trouv. 178.

Femenie, den Namen des im fernen Osten gelegenen Weiberlandes, das im Romanz de Troies 23230 ff. geschildert und 23691 mit diesem Namen benannt wird, dem einige Verse auch im Huon de Bordeaux S. 87, im Blancandin S. 190 gewidmet sind, von anderen Erwähnungen gar nicht zu reden, braucht Hue de la Ferté in Leroux de Lincy's Chants hist. 1, 174 um die Gemeinschaft der Weiber überhaupt zu bezeichnen: *Rois, ne creés mie Gent de Femenie, Mais faites ceus apeler Qui armes saichent porter.*

Gales bringt der Verfasser des Fauvel in solchem Zusammenhang an, als dächte er, wer daher stamme, müsse naturgemäfs *galois*, d. h. 'munter, lustig' sein, 1485.

Mentenai mit Anklang an *mentir* verwendet, wie Scheler richtig bemerkt, in dem oben unter Blangy erwähnten Gedichte Laurent Wagon, wenn er von einem der zu schmähenden Schwindler Z. 35: sagt *Encore voist il a Wailli, Set il le voie a Mentenai* (er weifs den Weg nach 'Lugano'). Schwerlich ist dem Dichter

das heutige Mantenay (Ain) bekannt geworden; doch hat vielleicht ein in der Nähe des heimatlichen Arras gelegener Ort dieses Namens ihm die Mühe erspart einen seiner Absicht dienenden Ortsnamen selbst zu bilden.

Niceroles, eine Stadt der Unverständigen, die den heiligen Nissart zum Patron hat, ist die ergötzliche Fiction eines Anonymus, der zur Erkenntnis der eigenen *niceté* gekommen, von seinem und anderer *nices* Leben daselbst erzählt, in Œuvres de Ruteb.[1] 2, 440; vielleicht ist auch dieser Name ganz und gar erfunden, möglicherweise lehnt er sich an den von Nizerolles (Allier).

Niort. Ob schon in altfranzösischer Zeit der von Littré als veraltet bezeichnete Ausdruck *prendre le chemin de Niort* im Sinne von 'sich aufs Leugnen legen' *(nier)* sich findet, mufs ich unentschieden lassen.

Noyon scheint mit Anklang an *noyer* gebraucht zu sein in den nicht völlig verständlichen Zeilen: *Tel si dit biau[s] compains, joue au[s] dez, boi[t] et verse, Miex venist qu'il bëust a Noion a la verse*, Jubinal N Rec. 2, 229.

Tremblay, ein Name, den zahlreiche französische Ortschaften tragen, hat mindestens folgenden Wortspielen gedient: in dem Zwiegespräch zwischen Renart von Dammartin und seinem Klepper sagt letzterer gereizt durch den Vorwurf, seine Beine seien schwach, *Bien voi que mon service mauvesement emploi, Tant m'alez ramposnant que je les jambes ploi. Ja n'en perdrez jornee por ce, se j'afebloi, Que porter ne vos puisse chascun jor a Trambloi;* der Hinweis, der Herr reite doch nirgends weiter hin als nach 'Zittersdorf' oder 'Zittersheim', um vorhandene deutsche Ortsnamen zu verwenden, wird wohl verstanden, und der alte Haudegen antwortet sehr gekränkt: *Vairon, ne m'aimes gaires ainsi comme il me samble, Qui me vas ramposnant que la teste me tramble*, N Rec. 2, 26. Nicht das Alter sondern der Verlust des Gewandes hat nach Tremblay den vorher erwähnten Bürger von Niceroles gebracht: *Mes un autre chastel en Niceroles sai, Qui Trambloi a a non; .. Qui perdra ses drapiaus, chastelain l'en ferai; .. cil qui pert ses drapiaus, maintenant s'i acointe;* a. a. O. 2, 441.

Gänzlich selbst gemacht, nur eben durch den Zusammenhang der Rede und durch die Endung den wirklich bestehenden Ortsnamen gleichgestellt sind Regibai und Pendery. Jenes treffen wir in der Leocadelegende des Gautier de Coinsy, sei die Stelle nun sein Werk oder eingeschoben, bei Barbazan und Méon I 309, 1206 (das Stück 713—1688 fehlt in Poquet's Ausgabe, und das bei Jubinal N Rec.

2, 316—325 abgedruckte Stück entspricht nur Barbazan's 713—1023 übrigens mit zahlreichen Abweichungen und Lücken), wo der Dichter mit Bezug auf die Frömmler sagt: *Tex est sovent de Regibai Qui blasme molt les regibanz; Tex blasme et juge les ribanz Qui assez plus fiert et regibe, Que cil qui joe assez et ribe.* Dieses bietet uns der Baudouin de Seboure im 2. Bande S. 377, wo der oben unter Bauliant erwähnte Verräter Gaufer, nachdem sein Anerbieten in einer Einsiedelei unsichtbar zu werden höhnisch zurückgewiesen ist, dem Feinde, dessen Rache er nun nicht mehr entrinnen kann, zuruft: *Se je pëuisse avoir mon afaire acompli, Je vous ëuisse fait moine de Penderi;* was er damit meint, wird wohl verstanden, denn er erhält zur Antwort: *Par dieu, .. si ferons nous ensi, Et vous ferons abé de Monfaucon oussi.* — Nicht anders verhält es sich mit Mon Musart in dem Romans de Flamenca an der von mir Gött. Gel. Anz. 1866 S. 1780 besprochenen Stelle.

2.

Personennamen zu verblümter Rede verwendet begegnen noch weit häufiger als Ortsnamen. Bekannte Personen der Geschichte oder der Sage repräsentieren Sachen, an deren Bezeichnung ihr Name anklingt, wie in lateinischem Text der Fall ist, wo ein leichtsinniger Bruder sich zur *secta Decii* (des Würfelspiels, *dez*) bekennt, Carm. bur. S. 254, oder bei Trobadors, die von San Marc und von San Donat als überaus mächtigen Nothhelfern reden und die Mark und das Schenken meinen, Choix V 179, Bartsch Denkm. 8, 3, oder Roman bourgeois II 20, wo als bei einem Richter sehr gut angesehne Leute die Herrn Louis bezeichnet sind: *on dit que quand ils vont en compagnie le prier de quelquechose, ils l'obtiennent aisément.* Oder Namen werden auf sonst anders benannte Personen übertragen, weil sie an Wörter erinnern, die man auf jene Personen anzuwenden Lust hat, wie man heutzutage jemand einen Nicodème nennt um nicht geradezu *nigaud* zu sagen, oder wie Molière's Sganarelle Sc. 6 sagt: *Sganarelle est un nom qu'on ne me dira plus, Et l'on va m'appeler seigneur Corneillius.* Oder man bildet Formen, die in ihrem äufsern Verhalten den thatsächlich vorhandenen Namen, Taufnamen oder Zunamen, sich einigermafsen nähern, und verfährt mit ihnen auf Grund des Anklangs an das, was man nicht aussprechen will, gleich wie mit den ächten Namen; so konnte man von Leuten, die vom Bettel leben, sagen, ihr Gewerbe sei *de ne rien faire et de vivre aux dépens du peuple et aux enseignes du bonhomme Peto d'Orléans* (s. die Anmerkung zu Rose 4127 bei Michel; verschieden ist von diesem *Peto* der *roi Pétaud* in der ersten Scene des Tartuffe, der bei Littré richtig gedeutet scheint, für den aber

weitere Erklärung aus älteren Stellen zu wünschen wäre); so sagt man *faire Jacques Déloge* für 'sich aus dem Staube machen', indem man einen Zunamen *Déloge* fingiert oder den vorkommenden Familiennamen *Des Loges* so verwendet, als hinge er mit *déloger* zusammen; vgl. das von Bridel als schweizerisch angeführte *L'a prei lè tschaussè de Djan Vettè* (von *vettà=décamper*).

a.

Es mögen hier die von bestimmten Personen hergenommenen Namen voranstehen.

Beneoit le bestorné. Der Name, der mit diesem Zusatze (aus einem Grunde, den man aus Du Cange unter *bestornatus* erfährt) nur einer Pariser Kirche, nicht einem Heiligen zukam, dient einem verblümten Tadel bei dem Dichter des Fauvel, wo es Z. 771 von den gewissenlosen Domherren heifst: *saint Benoist le bestourné Ont aujourd'hui de leur maisnie; Car (il) meinent bestournee vie.*

Donet, der bekannte Grammatiker, giebt seinen Namen her, damit vom Schenken in verblümter Weise geredet werden könne: *Menesterez sont esperdu; Chascuns a son Donet perdu* (alle Welt hat das Schenken verlernt), klagt Rutebeuf 1, 225 fast wörtlich übereinstimmend mit einem von seinem Herausgeber zu S. 2 angeführten Anonymus.

Ladre. Von dem armen Lazarus ist der Name des Aussätzigen hergenommen, und der Personenname tritt ein, wo man das Appellativum auszusprechen sich scheut: *Sainz Ladres a rompu la trive, Si vous a feru el viaire; Por ce que cist maus vous eschive, Ne requerrez mes saintuaire?* Ruteb. 1, 213.

Pou. Der Name des Apostels Paulus fügt sich zum Spiel mit *pou* 'wenig'; auch hier ist Rutebeuf anzuführen, der 1, 3 jammert, inmitten aller Herrlichkeiten des grofsen Paris sehe er nichts, was er sein nennen dürfe: *Pou i voi, et si i preig pou (?); Il m'i sourient plus de saint Pou Qu'il ne fait de nul autre apotre,* und 1, 230 klagt, dafs man die armen Schüler von daheim nicht reichlich genug mit Geld versorge: *S'on lor envoie, c'est trop pou; Il leur sourient plus de saint Pou Que d'apostre de paradis.* Ihm schliefst sich ein Unbekannter an, der von den Predigermönchen meint: *Lor ordre faudra pou a pou; De la paroisse sont saint Pou L'apostre, de non et de fait,* in Œuvres de Ruteb. I 452.

Tristan. Von Tristan singen heifst Klage ertönen lassen; in einem bekannten Fablel höhnt Hain, dem gelungen ist, sein Weib im Kampfe rückwärts in einen Korb hinein zu Falle zu bringen: *Or pues tu chanter de Tristran Ou de plus longue, se tu sez,* Barb. u. M. III 390, 322.

b.

Es folgen Namen, die mit einer einzigen Ausnahme nie wirklich von Personen getragen sind, von denen einige an der Grenze der Appellativa stehende Tiereigennamen, ein anderer ein ächter Tiereigenname, andere für den Anlafs besonders gebildet sind, einer ohne weiteres mit dem Namen der gemeinten Sache identisch ist, die aber alle das gemein haben, dafs sie den Typus von Personennamen tragen ohne doch den Gedanken an eine bestimmte Person irgend wecken zu können und so das Verständnis des Hörers neckisch irre zu führen. Leichter als bei den Namen der vorigen Gruppe erkennt er hier, dafs er nicht wirklich an eine Person, sondern an die Sache zu denken hat, deren Bezeichnung er in dem Stamm des Namens ohne Mühe findet.

Blanchart und *Sorel,* die als Eigennamen für Rosse geläufig genug sind, hat Garnier von Pont S. Maxence zu Namen für das weifse Silber und das rote Gold gemacht: *Li reis ad dous privez, Sorel et dant Blanchart, Tost funt del boen malveis et del hardi cuart,* S Thom. 2229, gewifs hübscher als wenn der Menestrel von Reims 478 sagt: *bien sachiez de voir que li dui meilleur avocat de la court, par cui vous esploiterez plus tost de vostre besoingne acheveir, c'est aurum et argentum, si faites que vous les aiez de vostre conseil* u. s. w. Doch ist anzuerkennen, dafs die Appellativa einer fremden Sprache in der Wirkung den einheimischen Personennamen sich wenigstens nähern. Über die Bezeichnung von Gold und Silber durch *Rufinus* und *Albinus* s. Wackernagel S. 105.

Brichemer, im Renart der Name des Hirsches, ist in dem *c'est de Brichemer* überschriebenen Gedichte Rutebeuf's schwerlich der Name eines einzelnen Gönners, der sich dem Dichter in Verheifsungen freigebiger als in Wohlthaten erwiesen hätte, wie die Histoire littéraire XX 743 annimmt, sondern scheint um des Anklangs an *briche* willen gewählte Bezeichnung für jeden Gönner von so unzuverlässigem Wesen; *briche* ist zunächst 'Falle, Schlinge', wie hier darzuthun nicht nötig ist; dann 'Trug, Unredlichkeit': *S'arme pert et chace la briche* (wer fremdes Gut unredlich sich aneignet), Estienne de Foug. 128; *Ha, tant*

parsert de fole briche, Qui a dé tolt n'emble ne triche (nach FOERSTERS Lesung), eb. 729: *li cuens, que soit (= sot) mult de briche*, Joufr. 3414; *Tos jors nous sert il de la briche*, Ren. V S. 232. Damit wird nun der Name *Brichemer* zum Scherz in Zusammenhang gebracht, und in entsprechender Weise auch *jouer a la briche* von RUTEBEUF nicht im gewohnten Sinne angewandt, wonach es ein harmloses Kinderspiel bezeichnet, sondern mit der Bedeutung 'betrügen', wie es auch der Romanz des Eles 543 thut: *amurs.. joe des siens a la brice, Ke chil en sont povre et cil rice.*

Connebert ist ein mehrfach begegnender gleichartiger, scherzhaft euphemistischer Name, dessen Sinn hier nicht zu erörtern ist, BARB. u. MÉON IV 257, 65; MÉON I 118, 170; MONTAIGLON Fabl. II 139; in Œuvres de RUTEB. I 476.

Cuidart und *Esperart*. Diese beiden Namen braucht der Menestrel von Reims, indem er den Gedanken, dafs Hoffen und Harren manchen zum Narren mache, in dem Satze zum Ausdruck bringt: *Cuidars et Esperars furent dui musart*, 121, der übrigens als ein sprichwörtlicher bezeichnet wird *(on suet dire)*. Bei ADENET im Cleom. 686 lesen wir: *Mais on dist: Cuidiers fu uns sos*, wo zwar eine Personification des Meinens aus der gesammten Aussage ebenfalls erhellt, dieselbe aber weniger nachdrücklich sich vollzieht als da, wo dem Verbalstamm das Nominalsuffix *-art* angefügt wird.

Denier bedurfte eines neuen Suffixes nicht erst um den Habitus eines Personennamens zu haben; es stand von vorn herein Namen wie *Fouquier, Richier, Disdier* u. dgl. nahe genug; so wird denn oft von *dant Denier* als einer vielvermögenden, emsig umworbenen Person geredet. Die Klage über die Simonie nimmt bei GAUTIER von Coinsy die Gestalt an: *Ne donent mais gaires preu don Nostre prelat, bien le sachiez, Se dant Denier n'i est sachiez*, BARB. u. M. I 293, 710 (POQUET c. 93); *Car quant dant Denier vient en place, Droiture faut, droiture efface*, RUTEB. 1, 222; dem 'Herrn Heller' ausschliefslich gewidmet ist bekanntlich ein ganzes Gedicht, das JUBINAL in seinen Jongleurs et Trouvères S. 94 ff. veröffentlicht hat.

Fausset wird zu einem Heiligen gemacht, dem die Lügner und Betrüger besondere Verehrung zuwenden, in dem Satze *Nous sommes tous de la confrairie saint Fausset*, den STE PALAYE's Wörterbuch aus Modus citiert.

Fauvel, von *fauve* 'falb' abgeleitet, und *Fauvain*, der casus obliquus zu dem Femininum des Stammwortes, insofern es als

Nomen proprium verwendet wird, gehören zu den am häufigsten in der verblümten Rede auftretenden Eigennamen. Ersteres als wirklicher Individualname begegnet in der Aye: *Diex, com il fu armez seur Fauvel son destrier,* 40: ferner *Fauvel lait corre par merveilloz randon (Gui d'Autefoille),* Gaydon 287; *Et li quens (Oliviers) broche Fauvel son bon destrier,* Otinel 59; im Eustache le Moine treibt ein Fuhrmann seine Pferde an: *Hari, Martin! hari, Fauviel,* 202, und in der Deuxième Lettre part. von P. L. Courier, Ed. Jouaust I 150 ruft der vom Heimweh übernommene Bauer: *ah! mes bœufs, mes beaux bœufs! Fauveau à la raie noire, et l'autre, qui avait une étoile sur le front!* Er ist nebenher, jedoch, wie das Diminutivsuffix wahrscheinlich macht, wohl erst in zweiter Linie Appellativ: *Et Garniers (point) le fauvel, qui li cort de randon,* Aye 13 (es ist das nämliche Rofs, das S. 40 und 95 mit Namen *Fauvel* heifst); *Des fauviaus feront gris et des ferrans moriaus,* Jubinal N Rec. 1, 190; *fauvel* und *fauvele* an einer berühmten Stelle des Romans von der Rose 14998—15029 stehen seltsam in der Mitte zwischen individualer und generaler Benennung. Endlich ist *fauvel* auch Adjectivum: *sist sor un destrier fauvel,* Gaydon 157, und *fauvelet* desgleichen: *A pié descent del fauvelet corcier,* R Cambr. 62. — *Fauve* tritt als Eigenname wohl nur im Renart le Nouvel 6636 auf; dort heifst so das Maulthier *(la mule),* auf dem Frau Guile einher reitet: *Plus mervilleuse ne fu nule. Blance, bise, bleue ne perse Ne fu, mais trop estoit diverse* (fremdartig); *Car ele ert toute tavelee* (gefleckt, gesprenkelt) *Par le cors de fause pensee; De mentir et de parjurer L'ot faite de nouviel fierer; De fauseté sambue, et siele Eut ki faite ert toute nouviele Dedens la ville de Hedin (?); Uns lorains ot fait a or fin, Ki de faus jugement estoient... Fauve ert de se dame apielee.* Es scheint aus dieser Schilderung sich zu ergeben, dafs nicht die Farbe, welche *fauve* sonst bezeichnet, den Dichter bestimmt hat, das allegorische Reittier der allegorischen Frau so zu benennen, so dafs etwa irgend welche Farbensymbolik dabei mafsgebend gewesen wäre, wie sie bei dem späteren Dichter des Fauvel entgegentritt, wenn er sagt: *Fauvel... Ne doit avoir fors couleur fauve; Et sur le dos, ce dois savoir, Aucune roie ne (?) doit avoir. Tel couleur vanité denote; A vaine beste vaine cote.* Ihn, der ja nicht einmal sagt, Fauve sei *fauve* gewesen, bestimmte vielmehr der Anklang an *faus* 'falsch'. Seine Erfindung aber — dafür möchte man es halten — fand augenscheinlich viel Beifall; in grofser Zahl

würden Stellen nachzuweisen sein, wo auf *Fauve* (Acc. *Fauvain*) oder die *fauve asnesse* angespielt wird. Wenn Jakemart Gielee selbst schon an einer Stelle, die der oben angeführten weit vorangeht, den Ausdruck braucht: *Tout jüent de le fauve asnesse Et de Ghillain sa compaignesse* 885, so legt dies allerdings die Vermutung nahe, es handle sich gar nicht um seine, sondern um eine schon früher zustande gekommene und Gemeingut gewordene Erfindung; und gleiches ergiebt sich aus der Thatsache, dafs Z. 1255 der Dichter sagt: *Partout es cuers Fauvain et Ghille A mis Renarz en mainte ville*, wenn man nicht annehmen will, der Dichter habe vorausgenommen, was er erst weiterhin verständlich zu machen die Absicht hatte, oder es seien die beiden Stellen Einschübe von der Hand späterer Überarbeiter. Aber sicher sind ja lange vor Jakemart's Zeit zwei Werke gedichtet, wo wir fast denselben Ausdruck wie bei ihm in gleichem Sinne und so ohne alle Erläuterung angewandt finden, dafs aufser Zweifel steht, schon ungefähr hundert Jahre früher war er irgend unterrichteten Leuten völlig geläufig. Gautier de Coinsy (bei Méon II 26, 776) läfst den Verleumder mit Bezug auf die unschuldige Kaiserin zu ihrem Gemahle sagen: *Frere, bien sai que la barnesse Tant par set de faintie asnesse, Qu'a vos moult tost s'apesera Et tost acroire vos fera Qu'il n'a si bone dame el mont, Et que l'iaue cort contremont;* und Benoit läfst 9184 seiner Chronik den Riol auf die freundliche Botschaft Herzog Wilhelms antworten: *Tun signor poz .. nuncier Que ne nos puet mais rien offrir, Par qu'il nos puisse enfolatir. Bien conoissum la fauve asnele E ceo de qu'il nos acembele.* Auch die Stelle des Renart: *Moult savez de la fauve anesse,* 11033 (Martin I 1291) ist nicht jünger, gehört sie doch der Erzählung an, deren Verse 10103—4 (Martin I 409) von Gautier de Coinsy 271, 449 citiert werden. So haben wir denn auch für Stellen aus Werken weniger bestimmter Entstehungszeit oder die nach dem Renart le Nouvel verfafst sein werden, keinen Grund anzunehmen, dafs eine in ihnen begegnende Vorstellung von der fahlen Eselin oder von Fauvain gerade dem letztgenannten Gedichte entstamme: *Renart, qui set de fauve anesse Et de mainte fause pramesse,* Ren. 13737 (Martin VI 161). *Chevauchier Fauvain* im Sinne von 'Falschheit üben' bietet der Hugues Capet: *Car encontre me fille volt chevauchier Fauvain,* 38 und Baud. Seb.: *Il ne gettast un ris pour tout l'or de Tudele* (obgleich er innerlich froh war); *Ains chevauche Fauvain, assis droit en le sele. Gaufrois entre en*

Nimaye, qui chevauchoit Fauvain, I 840. *Estrillier Fauvain* hat ein Anonymus im 2. Bande der Trouvères Belges: *S'est li siecles teus devenus Que nus n'iert ja mes bien venus, S'il ne set Fauvain estrillier,* 156, 11 und Watriquet: *Cilz qui miex de Fauvain a estrillier s'atire, Ce est li miex amez,* 128, 92; dazu kommen noch: *jadis me vault faire ouvraige de fauvine, Moy vot faire morir a grande disipline Pour ce que par amour j'amoie se cousine,* II Cap. 83; *Mais vous avez au roy fait un jeu de fauvin, Et je pour lui aidier comme men signeur fin Ly quis vraie scïence contre vo faulz engin,* eb. 232.

In demselben Sinne wie Fauvain tritt Fauvel, das im übrigen viel häufiger erscheint, nur selten auf, und wenn es heute in solcher Verwendung vielleicht bekannter ist, so mag das dem Umstande zuzuschreiben sein, dafs über Fauvel ein besonderes Gedicht vorhanden ist, das, um die Zeit der Vernichtung des Templerordens verfafst, wiederholt Anlafs zu mehr oder minder eingehenden Notizen gegeben und im Jahr 1866 einen Herausgeber (Pey, im 7. Bande des Jahrbuchs) gefunden hat. Es ist bereits erwähnt, dafs von der Farbe, die das Stammwort *fauve* bezeichnet, darin gesagt ist, sie bedeute 'Eitelkeit, Nichtigkeit'; doch hat dem Dichter das allegorische Tier den Namen nicht von der Farbe, sondern er fafst ihn noch kühner denn Jakemart als ein Compositum aus *faus* 'falsch' und *vel* 'Schleier':[1]) *Fauvel est de fauls et de vel Compost; car il a tout son vel* (d. h. *vuel*) *Assis sur faussete vellee,* 235. Hier kehren nun aus Anlafs der Klage darüber, dafs alle Stände Diener der Falschheit seien, bis zur Ermüdung die Ausdrücke: *estrillier Fauvel, frotter Fauvel, torchier Fauvel* und ähnliche wieder; sonst erinnere ich mich nicht die Redensart gefunden zu haben aufser im Renart le Contrefait S. 4 des Auszuges von Wolf und bei Jubinal N Rec. 1, 186, wo von den zaghaften Räten der Fürsten gesagt wird, ihnen gebreche es an Mut ihren Herren die Wahrheit zu sagen: *Il estrillent Fauviau.*[2]) Um der Beziehung willen, in die man *Fauvain* und *Fauvel* fälschlich zu *faus* setzte, waren die beiden Namen hier einzureihen; der wahre Ursprung der angeführten Redensarten ist damit nicht erklärt.[3])

---

[1]) Die Form *vel* für *voil* wird nicht ohne weiteres abzuweisen sein; *Les velx drecerent cil qui l'ont en baillie* liest man auch im Foulques de Candie S. 14 und 20; *feel* läfst Rutebeuf mit *flael* reimen.

[2]) Belege aus späterer Zeit hat Guiffrey in seiner trefflichen Ausgabe des Cl. Marot in der Anmerkung zu Vers 128 der Epistre du Coq en l'asne gegeben, III 367.

[3]) Auch Gaston Paris, der in der Revue critique 1873 I 28 aus Anlafs der auch im Deutschen (jedoch später) begegnenden Redensart 'den falben Hengst streichen'

Folain, einen weiblichen Namen nach dem Muster von *Bertain*, *Erain*, verwendet ein Text des Renart, Band 5, S. 183: *Je ne serai pas fils Folain; Quant icil ha sa foy mentie, De la tienne n'ai nulle envie;* ich werde kein Narr sein.

Gilain, *Guilain* ist ein ebenfalls nur unter der Bedingung der Personification möglicher Accusativ zu *guile* 'Tücke'; der Dame Guile widmet Sauvage ein besonderes Gedicht, das bei Jubinal, Jongl. et Trouv. 63 ff. gedruckt ist. Ein männliches Wesen ist daraus geworden im Renart I 2678 (Martin), wo Hersent die Nonne, welcher Isengrin geborgt haben will, wovon er nie hätte lassen sollen, als eine *fille au conte Gilein* bezeichnet, und 12752 (Méon; Martin 2982 lautet anders), wo der Bauer, der den Poincet in seiner Schlinge findet, *Uns anemis frere Gillain* genannt wird. Dagegen ist *Ghillain* wieder weiblich im Ren. Nouv. 886, hier seltsam schillernd zwischen persönlicher Auffassung, indem sie *compaignesse* von Fauvel heifst, und unpersönlicher, indem gesagt wird, die Leute *jüent de la fauve asnesse Et de Ghillain*, wie man anderwärts findet *jouer de son mestier*, *jouer de la moquerie*. Die *dame Ghille atot Fauvain* kommt auch am Schlusse noch einmal vor Z. 7979 und wurde dem Leser durch eine Malerei anschaulich, von der Méon in der Anmerkung S. 159 spricht.

Gilemer schliefst sich an *Gilain* und zugleich an das oben erwähnte *Brichemer*. Wie dieses, kennen wir es nur bei Rutebeuf, der 1, 116 den ihrer Standeswürde vergessenen Rittern vorwirft, erst im hohen Alter, mit greisem Haar und gerunzeltem Angesicht wenden sie sich von dem leichtfertigen Wandel ab, und auch dann nicht aus freiem Willen, sondern blofs *Por ce qu'il vos seroit tenu A Gilemeir dou parentei*, d. h. wohl, weil die Verwandten tückische Bosheit darin finden würden, wenn das zu hoffende Erbe in lasterhaftem Leben drauf ginge. Die Personification verbunden mit spielender Namenbildung ist vollzogen; doch wird kein rechter Gebrauch davon gemacht.

Jacop wird ebenfalls in diese Reihe zu stellen sein, wenn es bei Baud. de Condé 51, 167 von dem Junker, der dem Geize verfallen ist, heifst: *Mais n'en fera bone journee, Ains a la retraite cornee, Si s'est consilliés a Jacop, Car des puins* (eher *despuis*) *n'en ferra ja cop.* Es ist nicht an einen bestimmten Jakob gedacht; sondern die eigene Feigheit oder Trägheit, bei der er

(s. Grimm'sches Wb. unter 'falb' und 'Hengst') von Fauvel spricht, vermag den Ausdruck nicht zu deuten. Dafs er auf eine allgemein bekannte malerische Darstellung zurückgehe, ist mir nicht gerade wahrscheinlich.

sich Rates erholt, wird zu einem persönlichen Wesen gemacht, für das der Name *Jacop* vermöge seines Gleichklangs mit *ja cop* 'nie Streich' der geeignete scheint.

Pançart. Was es heifst den heiligen Pançart zum Patron haben oder sein Fest begehn, ist leicht zu erraten; in der früher erwähnten Stelle aus der Leocadelegende liest man bei Barbazan und Méon I 322, 1594: *Toz tens d'enpancier lor pance art, Toz tens font feste seint Pançart.*

c.

Sind die bisher betrachteten Personennamen entweder thatsächlich bestehende Personennamen d. h. Taufnamen oder Vornamen oder wenigstens Bildungen, denen solche zum Vorbild dienen, so giebt es andre, die sich den Zunamen an die Seite stellen, gleicher Art, wie die, welche Boccaccio im Decamerone IV 2 nach einander für die einfältige Lisetta erfindet: *donna 'mestola', donna 'zucca al vento', madonna 'baderla', donna 'pocofila'.* Diese Namen finden wir nun zum teil in vollem oder halbem Ernst als Zunamen für bestimmte Personen vorgeschlagen, zum teil aber auch für Sachen, die man damit in die Sphäre des Persönlichen rückt. Von verblümter Rede kann hier nur noch in so fern gesprochen werden, als doch immerhin in dem Vorschlag eines bedeutungsvollen und leicht verständlichen Zunamens ein Urteil nicht völlig unumwunden ausgesprochen liegt.

Chanteplore ist wohl zunächst, was es noch immer ist, auch im Altfranzösischen gewesen, d. h. ein Seihetrichter; man sehe Laborde's Glossar zu dem Inventaire des Bijoux de Louis duc d'Anjou und W. de Honnecourt's 16. Tafel, wo man die Abbildung einer *cantepleure* und Anweisung sie anzufertigen findet (hier ist es eher ein Vexierbecher, Tantalusbecher). Der Name, der Sache gegeben um der Täuschung willen, die der Fülle unversehens die Leere und der Freude die Klage folgen läfst, reizte zu allerlei Betrachtungen, wie sie am breitesten in einem besondern kleinen Gedichte in Œuvres de Ruteb. 1, 398 ausgesponnen sind. Hier kommt nur die Uebertragung auf Personen in Betracht: Flor, der seine Geliebte für immer verloren wähnt, singt: *Or puis avoir non Chanteplore, Qui de duel chante et de tristor,* Rom. u. Past. I 11, 17; das Glück läfst den lange Begünstigten plötzlich fallen, *Que li serviz chiet en la boe, Et li servant li corent seure; Nus ne tent au lever la poe; En cort terme a non Chantepleure,* Ruteb. 1, 89; *li maufé noir comme meure Les tendront en lor desciplines; Lors avront il non Chantepleure,* eb. 109.

Cuer de poupee nennt Guillaume Guiart 1, 6524 Johann von England, wo er von dessen schmählicher Flucht aus dem Gefechte bei Roche aux Moines erzählt, *Va s'en Jouhan Cuer de poupee, Ne pense a honte n'a laidenge, Sa gent après lui se defrenge (l. desrenge);* er erfindet den Zunamen wohl nicht ohne sich des Namens *Cuer de lion* zu erinnern, den der ältere Bruder getragen hatte.

Fous i bee. Im Baudouin de Sebourc sagt die schöne Elienor zu einem unwillkommenen Bewerber: *Sire,... nom avez 'Fox i bee'; Venus estes trop tart, li heure est ja passee; Bien sai que vous avés fallit a le donnee,* 5, 634; den gleichen Ausdruck braucht der Bastart de Bouillon 5129: *Corsabrins s'en reva pardevers sa contree,.. Sousprendre nous cuidoit a cheste matinee; Mais on le doit clamer par rayson 'Fous i bee'.* Wird hier der Name Personen beigelegt, die als Narren nach dem getrachtet haben, was ihnen versagt geblieben ist, so erhält ihn dagegen in der von G. Paris Rom. VIII 169 herausgegebenen Alexiuslegende die Welt, als Ziel des Trachtens der Thoren. Hier sagt der Dichter: der Tod läfst in nichts zurücksinken und gleich Wind und Rauch vergehn, was einer lebenslang mit Müh und Sorge zustande gebracht hat; *Por ce a non li mont 'Fol i bee', Et santé d'ome 'Fol s'i fie', Et sa joie 'chace folie'* (der dem Thörichten nachjagt), 278.

Fous s'i fie, das uns eben im Alexius begegnete, kehrt an zahlreichen andern Stellen wieder. Zu den von mir in den Gött. Gel. Anz. 1877 S. 1625 beigebrachten Belegen, wo wir einmal das Weib, dann die Welt, dann das Glück, endlich die Männer (in ihrem Verhalten zu den Weibern) so benannt finden, füge ich noch Ruteb. 2, 42, wo der Luxuria ein Kämmerer dieses Namens beigelegt wird. — Mit diesen beiden Namen vergleicht man passend den Mädchennamen *Fol s'i prent* im Fouque de Candie S. 78.

Gaite tison 'Wart des Feuers' ist ein Spottname, den ein müfsig zu Hause sitzender Jüngling etwa zu gewärtigen haben könnte: *Qu'or de toi dient escuyer et garçon Li uns a l'autre: vois la 'Gaite tison',* Fouque de Candie S. 5 bei Darmesteter, Form. des Composés S. 182 A. 5.

Muse en cort (Hoflungerer) finden wir im Charroi de Nîmes nach Meyer's Recueil S. 248 in den Varianten zu Z. 259 und 263, wo der Hinzutritt des Titels *dant* uns vielleicht das Recht giebt, den Ausdruck als Beinamen, nicht blofs als Appellativum

zu fassen.[1]) wie *'muse en pastez'* bei MONTAIGLON Fabl. IV 117 eins ist *(cis vilains muse en pastez*, sagt hier die Neuvermählte von dem träg neben ihr liegenden Gatten) und manche andre sich würden anführen lassen. Wilhelm von Orange klagt hier vor dem König: *Tant t'ai servi que j'ai chanu le chief; N'i ai conquis vaillissant un denier, Dont (l. Dant) 'Muse en cort' m'apelent li Pohier* und *Dant* (so die Hds.) *'Muse en cort' en sui partot tenu.*

Passe avant, als Familienname sogar in Deutschland eingebürgert, will JEHAN BODEL das Banner seines Freundes SIMON DISIER benannt wissen: *tote honor en vos akieve; Mainte gent s'en vont parchevant: Vo baniere a non 'Passe avant', Qui tos les abatus relieve*, Congés in Romania IX 235, 41.

Vide escüele, das als wirklicher Zuname im Renart 9406 begegnet, erscheint bei BAUD. von Condé 167, 453 als spottweise für den Augenblick fingierter, wo der Menestrel sich beschwert, ein übermütiger Herold habe ihn, während er sich die freundlich gewährte Mahlzeit habe schmecken lassen, gehöhnt: *Chi est venus 'Vide escüelle'; Dius, k'il a vide le boielle!*

3.

Es sind aber nicht immer (fertig vorgefundene oder neu gebildete) Orts- oder Personennamen, die solcher Verblümung des Ausdrucks dienen: auch Appellativa, Adjectiva, Verba stellen sich zur Verfügung, wenn es gilt, eine dem Anscheine nach harmlose Aussage zu bilden, die vermöge des Doppelsinns eines Wortes oder seines Anklangs an ein anderes von ganz verschiedener Bedeutung geeignet sei, den Gedanken des Hörenden die Richtung nach einer Seite hin zu geben, auf die man ihn geradeswegs zu führen nicht Lust hat. So braucht man im Italienischen scherzhaft *vivere alla cattolica* oder vielmehr *all' accattolica* für *vivere accattando; dar l'allodola* oder *mangiar l'allodola* für *dar lodi, compiacersi di lodi; dar l'erba cassia* für *cassare, licenziare* und, nicht minder stark als bei letzterer Redensart an Krankenbett und Apotheke erinnernd, auch im heutigen Französischen *prendre de la poudre d'escampette* für *décamper* oder *escamper;* so kommt im alten Provenzalischen *faire paniers* nur dadurch zu seiner Bedeutung 'beschummeln' (*Gardaz que vos fassatz*

[1]) Allerdings findet sich *dan* in der Anrede auch mit Appellativen verbunden, die nur Gattungsnamen sein sollen: *dan viex*, Elie 109; *dans musars*, BARB. u. M. IV 299; *danz vilains, Vielz despis, de perece plains*, MÉON II 243, 225; *dan glous*, Elie 1032. Dagegen wird das Participium *gabé* ein komisch fingiertes Nomen proprium. MÉON I 320: die von dem Mönche belästigte Frau droht: *Se vous en parliez mais jour, Je le diroie dant abbé*, worauf er sagt: *Dame, dont sui je 'dant gabé'*.

paniers Als ostes ni ren que lor pes, Mahn Ged. 826, 7; *tota vostra esperansa Es en trazir et en faire panier,* eb. 1307, 6), dafs es an *panar* 'rauben' anklingt; so wird in der 92. der Cent Nouv. nouv. von einer Frau gesagt: *estoit tout oultre de la confrarie de la houlette,* und damit schonend das jener Zeit noch ganz geläufige *houlière* vermieden.

crois ist bekanntlich insbesondere auch die Vorderseite der Münzen im Gegensatze zu *pile.* Von einem, der das Kreuz genommen hat, aber aus Lässigkeit oder Feigheit daheim bleibt, würde daher Rutebeuf sagen: *il a fait de sa crois pile,* und so rühmt er im Gegenteil von dem Grafen von Nevers: *Ne fist mie de sa croix pile, Si com font souvent teil dis mile, Qui la prennent par grant faintize,* 1, 58. Dafs der Dichter, wie der Herausgeber annimmt, habe sagen wollen: *il n'a pas pris la croix pour amour du pillage,* ist mir bei der Verschiedenheit des Lautes der beiden Stämme nicht wahrscheinlich.

doblier. Weil die *mesdisant* doppelzüngig sind, nennt sie Baudouin von Condé *flajos doubliers,* 114, 80, d. h. Doppelflöten.

faucillier, das eigentlich 'absicheln' bedeutet und durch *faucille* von *fauz (falcem)* abgeleitet ist, hat Watriquet scherzweise als Derivatum von *faus (falsum)* behandelt und ihm den Sinn 'Falschheit üben' gegeben; er führt das Spiel in ermüdender Breite in seinem *dit de faus et de la faucille* durch, S. 391—5 von Scheler's Ausgabe, wobei er auch *faucillage, faucillement* verwendet, die in dem ihnen zunächst zukommenden Sinne wohl nicht nachweisbar sind.

fou heifst 'Buche' und heifst 'Thor', und giebt so Anlafs von Buchenholz zu sprechen, wo man von Thorheit nicht unverhohlen reden will; im Roman von der Rose will die personifizierte Richesse den Liebhaber einen Thoren schelten, thut es aber nur auf einem Umwege, indem sie sagt: *Bien vous ai . . entendu, Et sai que n'avés pas vendu Tout vostre bois gros et menu, Un fol en avés retenu, Et sanz fol ne puet nus hons vivre, Tant cum il voille amor ensivre,* 10996. Ganz ähnlich Rutebeuf: *Fols est clamez cil qui n'a rien; N'a pas vendu tout son mesrien, Ainz en a un sou* (sicher *fou* zu lesen) *retenu,* 1, 227; er, der in der Klage über das Elend seines Ehestandes sagt: *N'ai pas busche de chesne ensamble; Quant g'i sui si a fou et tramble, N'est ce assez?* 1, 8, wo *tremble* gleichermafsen wie anderwärts *Tremblay* verblümter Rede dient.

gastel, 'Kuchen' liefs sich vermöge des Stammesgleichlauts, der zwischen ihm und *gaster* bestand, euphemistisch gebrauchen, wo man dieses nicht geradezu aussprechen wollte. So sagt der

sogenannte Menestrel von Reims 288: *Et quant l'empereres Otes vit que tuit estoient tournei aus watiaus, si tourna sa resne et s'en füi;* dazu geben einige Handschriften die Varianten *a gast* und *a desconfiture,* die im ganzen den Sinn nicht ändern, aber einen Zug drolligen Humors beseitigen, welcher zu der sonstigen Haltung des Erzählers trefflich stimmt.

periere oder genauer *perriere* 'Wurfmaschine, Steinschleuder' hat BAUDE FASTOUL in seinem in Nachahmung des JEHAN BODEL gedichteten Abschied in ähnlicher Weise benutzt; das Wort erinnert mit seinen Lauten an *perir,* und so wurde der arme Aussätzige ohne Zweifel sofort richtig verstanden, wenn er sagte: *Je le (le tourment) reçoi moult bonnement, Que dix a l'ame le m'ament; Car li cors trait a le periere,* Barb. u. M. I 116, 144. Es kommt hier dazu, dafs *traire* doppelsinnig ist, einerseits 'schleudern, schiefsen', andererseits intransitiv 'sich nach etwas hin bewegen' heifst *(traire a chief, a fin, a perte).*

soufraitous. Vous estes de l'abëie As soufraitous, was ein zürnender Sänger der von ihm geschmähten Frau zuruft (Trouv. belg. I 11, 22), haben alle Herausgeber dahin verstanden, dafs gesagt werden solle, sie sei eine *qui s'offre a tous.*

Es steht solcher Art des Scherzes nahe, wenn anderwärts lateinische Wörter, die auch dem Ungelehrten von der Kirche her geläufig und wenigstens ungefähr verständlich waren, dazu dienen, Ausdrücke der Volkssprache zu ersetzen; es wird ein Fremdes an die Stelle des ohne weiteres klaren Heimischen gebracht, das aus Schonung gemieden wird; aber dieses Fremde ist doch vertraut genug, um mit hinreichender Deutlichkeit die Richtung zu weisen, in der des Hörenden Gedanke die Meinung des Sprechenden treffen wird.

RUTEBEUF klagt 1, 4, er wisse wohl noch das *Pater,* aber was *noster* sei, habe er verlernt; ihn habe die teure Zeit so völlig um alles gebracht, in seinem Hause so aufgeräumt, dafs ihm auch das *Credo* versagt sei. Credo neben Paternoster ist natürlich zunächst das Glaubensbekenntnis; doch nicht dieses ist, was dem Dichter verwehrt ist, sondern der Credit; er findet nicht *qui li acroie, qui li face creance.* — In dem Gespräch des Herrn von Dammartin mit seinem Klepper beschwert sich ersterer: *N'a encor pas granment, a terre me rua; Malement le demaine flectamus genua,* das Einknicken der Kniee, JUBIN. N Rec. 2, 25. *Placebo,* der Anfang der Totenvesper, findet sich zu der Redensart *a placebo* verwendet, welche bedeutet 'den Leuten nach dem Munde, nach Gunst': *Que nulz n'est mais crëus, se il ne set mesdire, Parler a placebo, jangler, trufler et rire,* WATR. 128, 91, wozu SCHELER eine Parallelstelle citiert, die sich in den später von ihm

herausgegebenen Trouvères belges II 158, 72 findet: *Mais qui voelt grace recouvrer, A placebo l'estuet ouvrer (Ensi commencent les veyilles)*; so heifst es im Gedichte über Fauvel Z. 606 (Jahrb. f. rom. u. engl. Lit. VII 329) von den pflichtvergessenen Seelenhirten: *'Placebo' chantent haultement, Mais 'dirige' chantent sans note* und 1057 von Ordensgeistlichen *de placebo chantent; Car le monde risent et hentent Et se peinent qu'il puissent plaire*; ähnlich 1251.

4.

Einfacher als in den zuvor unter 1 und 2 betrachteten Fällen ist der einer Rede zu grunde liegende Vorgang im Denken bei den hier noch weiter zu erwähnenden. Dort wurde für Personen, Dinge, Handlungsweisen eine Benennung gleichsam nur scherzweise vorgeschlagen, weil dieselbe in eine Art scheinbaren etymologischen Zusammenhanges zu der in der That üblichen, aber nicht offen auszusprechenden Bezeichnung eines charakteristischen Merkmals des zu Benennenden sich bringen läfst, oder doch eine gewisse Übereinstimmung der Laute die Annahme nahe legt, es bestehe Stammesgleichheit unter den zwei Wörtern; dazu kam die fernere Annahme, es sei doch ganz natürlich, dafs der Eigenname einer Person das Wesen derselben, der Name eines Ortes die Eigenart seiner Angehörigen einigermafsen treffe. Hier dagegen wird der einem Orte oder einer Person thatsächlich eigene Name zum Ausgangspunkte genommen, und das Spiel mit der Sprache besteht darin, dafs ein Zusammentreffen zwischen diesem Namen und der Benennung irgend eines Thuns oder einer Eigentümlichkeit des Benannten hervorgehoben wird.[1]) Es sollen hier aufser Betracht die Fälle bleiben, wo ernst gemeinte, wenngleich für den heutigen Leser oft genug sehr lächerliche, Etymologie getrieben wird, wie es z. B. in dem Girart de Roussillon in Alexandrinern häufig geschieht (Roussillon wird S. 25, Pautières S. 26, Poligny S. 73 gedeutet, übrigens nur in Wiederholung dessen, was die lateinische Legende fabelte), oder im Turpin (s. die zweite der von Wulff herausgegebenen französischen Übersetzungen S. 74

[1]) Ein provenzalisches Beispiel solchen Verfahrens giebt die Strophe, in welcher der Delphin von Auvergne den Bischof von Clermont mit dessen Liebesverhältnis zu der an einem Orte Namens *Pescadoiras* (Fischenz) wohnhaften Dame von Caulec (prov. *caulet* = afz. *cholet* 'Kohl') neckt, deren Anfang ungefähr so gelautet haben wird: *L'evesques troba en sos breus, Mais valon caulet que por* (Kohl sei besser als Lauch); *E pesca, qui l'i covida, A Pescadoiras fort soven Per un bel peisson que lai pren, El peissos es gais e cortes.* Vgl. Choix 5, 125. Ein anderes Guillem de Montanhagol, wo er (Stengel, Blumenlese der Bibl. Chig. No. 166) von dem Monde singt, der in Lunel aufgegangen sei.

Z. 35, oder Mousket 11860 ff.), oder bei Mousket 17397, wo der Name *Hastinges* von *haster* abgeleitet wird u. dgl. Es gehen uns nur die Fälle an, wo Anklänge scherzweise hervorgehoben sind, die für den Augenblick den Gedanken an ein im Namen liegendes Omen können aufkommen lassen. Die geographischen Namen gehen voran.

Biaune, womit bei Jubinal N Rec. 1, 296 nicht die burgundische Stadt Belna, sondern ihr Wein benannt wird, soll den Vorzug vor den übrigen Weinen, die dort um die Palme streiten, schon um ihres Namens willen unangefochten behalten: *Biaune son non biauté aporte, Biaune a bien nee s'aporte (l. se raporte?), Biaune ben[e]oit a le non.*

Bologne, wo man das Recht lernen sollte, entläfst seine Schüler als *boleors*, Ränkeschmiede: *Bologne aprent boule a bouleur Et tot tribol a tribouleur; Ainsi croist mais baraz et boule, Ainsi Bologne Paris boule*, in Barb. u. Méon I 307, 1131.

France, meint der unbekannte Verfasser eines von Leroux de Lincy unter seine Chants historiques 1, 218 aufgenommenen Liedes, dürfe das Land nicht länger heifsen, für welches König Ludwig die Establissemens erlassen habe; die Landeskinder seien ja nicht mehr *franc*, es sei alle *franchise* weit hinweg geflohen: *Douce France n'apiaut l'en plus ensi; Ançois ait non 'le päis aus sougiez'.* Es erinnert dies an die bekannte Stelle, wo Guillem von Montanhagol für *Proensa* einen neuen Namen vorschlägt; er findet (Mahn Ged. 546, 2), das Land verdiene seinen bisherigen an *proesa* erinnernden zu tragen nicht länger; man solle es künftig lieber *Falhensa* heifsen.

Hui, Liege und *Dinant*, deren Mannschaft für den Bischof von Lüttich die Festung *Poilevache* eingeschlossen hat, aber von den Belagerten zerstreut wird, sind bei Mousket 29703 verhöhnt wie folgt: *La furent cil de Hui hüet Et cil de Dinant mal disnet. Cil de Liege sont deslogiet, N'i atendirent pas congiet. Poilevake ensi les pela.*

Mescines (Messina). Der kranke Philipp August unterbricht seine Rückfahrt aus dem heiligen Lande in Messina: *A Mescines vot sejorner; Garder se fist et meciner* (ärztlich behandeln) erzählt Mousket 19782.

Normandie wird von den Franzosen nach Wace im Rou 1, 120 spöttisch umgedeutet, indem sie sagen *gent de Normandie, Ceo est la gent de nort mendie*, das nordische Bettlervolk.

Plaisentin. Wo Mousket von der Überrumpelung der Piacentiner durch den Bischof von Valence erzählt, sagt er, ohne dafs übrigens sein Witz zu voller Klarheit ausgearbeitet ist: *N'i*

plaisent mie Plaisentin, Trestout se sont mis a la fuie, 30128. Bei der nämlichen Gelegenheit heifst es: *Valence i valu doublement*, 30172, wie kurz zuvor schon einmal: *La valu bien cel jor Valence*, 30097.

Saint Pourçain (Allier) liefert einen Wein, der in dem eben angeführten Wettstreite der französischen Gewächse von sich rühmt: *Por ce nommés sui Saint Porçain, Car je sui saint, bon, cler et sain*, N Rec. 1, 303.

Romain als ein aus *rore* (= *rodere*, s. Romania X 43, die Form *reure* im Vocab. Duac.) und *main* gewonnenes Compositum darzustellen, im Namen der Römer eine zutreffende Hinweisung auf die Habsucht des päpstlichen Hofes zu finden, ist ein öfter wiederholter Witz: *le grant Rome, Qui de rungier a droit se nome, Car le char runge et le cuir poile* steht in Str. 13 der Vers sur la Mort des Helinant; *Jeo vus ai dit des clers romainz, Qui as autres rungent les mains* im Besant 2814; *Mains ruungent et cuident borces; .. Car de rëungier mains est dite La citeiz, qui n'est pas petite* bei Rutebeuf 2, 72. Von der mit solcher Etymologie verbundenen Beurteilung römischen Wesens geht denn Rutebeuf aus, wenn er *romain* geradezu ein Appellativum im Sinne von 'Knicker' werden läfst: es ist noch Volksname, wenn der Dichter 2, 47 sagt: *François sont devenu Romain, Et li riche homme aver et chiche;* aber kaum mehr, wenn er 1, 141 ausruft: *A dieu servir dou vostre iestes vous droit romain.* (Vgl. in Guillem Figueira's grofsem Sirventes *Roma, als homes pecs rozetz la carn e l'ossa*, 22 und *Trop rozetz las mans a lei de rabiosa*, 66, sowie P. Meyer zu diesen Stellen in Romania X 267).

Tournay, den Namen seiner Heimat, hat der Verfasser einer Reimerei über die Schädigung, welche die Stadt im Jahr 1353 durch Wasser, Sturm und Feuer erlitt, auf einen fabelhaften Turnus zurückgeführt, der gezwungen sie zu verlassen gesagt hätte: *castiel ne tour n'ay.* Er fährt fort: *Adont peult bien dire au sourplus: 'Las, a Tournay mal m'atournay; Ja mais je n'y retourneray' . . . Ainsi rois Tournu s'atourna Hors de Tournay, ou s'atourna (l. ou sa tour n'a), En grant gherre contre Chesaire, Lequel Tournay tel atourna Que par feu toutle le rasa*, Compte-rendu de la Commiss. roy. d'hist. T. 9 S. 248.

Es folgen gleich behandelte Personennamen, die ja auch anderwärts zu ähnlichem Spiel Anlafs gegeben haben; man denke z. B. an die Huldigung, die Guillem de Montanhagol an den Namen des Grafen von Cominges zu knüpfen gewufst hat (Riv. di filol. rom. I 34 b),

indem er ihn mit der Communion in Verbindung bringt; an der Provenzalen Spielen mit dem Namen Frederic, s. Guillem Figueira 7, 64 und Stengel in Zts. f. rom. Phil. III 121, an die erbaulichen Gedanken, die Serveri aus seinem Namen zu ziehen gelungen ist (Gött. Gel. Anz. 1868 S. 992), die kränkende Etymologie, die König Jacme von Arragon von dem seinen hat hören müssen, Petrarca's spitzfindiges Ausnutzen von Laura, Colonna in zahlreichen Gedichten, von Flufsnamen in dem Briefe *Quid hinc humanitatis* an Rienzi.

Ferrant's von Flandern Name hat, nachdem der Träger desselben in Folge der Schlacht bei Bovines 1214 in französische Haft gebracht worden war, aus der er erst 1227 entlassen wurde, mehrfach Anlafs zu Wortspielen gegeben, in denen er mit *fer* 'Ketten' zusammengebracht wird. Hue de la Ferté wünscht in einem öfter gedruckten Stücke, der minderjährige König Ludwig IX möchte dem Grafen von Champagne weniger Vertrauen schenken und Ferrant dingfest machen, wie er es so lange gewesen: *Et Thibaut de Brie Doint diex le roi mains amer, Et Ferrant fasse ferrer*, Leroux de Lincy, chants histor. 1, 175, und Mousket kann gar nicht oft genug den nämlichen Scherz oder allzu ähnliche wiederholen; schon in der Schlacht läfst er die Französischen rufen: *Monjoie! dieux et sainz Denis! Ferrans iert fierés et honnis*, 21870; von dem eben Gefesselten sagt er: *Enkäinés comme lupars Fu Ferrans et bien refierés De quatre piés; car desfierés Avoit esté trop longement*, 22203; ähnliches findet sich 22289 und 23761.

Ferre, seinen Zunamen, kann auch Jehan, der Uebersetzer der vorgeblich ovidischen Vetula, nicht nennen ohne hinzuzusetzen: *qui ne sçay forgier*, Vieille S. 3; doch verweilt er nicht so lang bei seinem Scherz wie der Trobador Bernart von Auriac bei der Spielerei mit dem identischen Beinamen seines Berufsgenossen Guillem Fabre, die zwei volle Strophen füllt (Azaïs, Troub. de Béziers, S. 44).

Garin, der Name des treuen Beraters König Ludwigs VIII, des Bischofs von Senlis, erinnert Mousket an *garir*, wo er erzählt, wie die Vorsicht des klugen Kanzlers die böse List der Avignonesen zu Schanden werden liefs: *Mais frere Garins les gari*, 25687.

Hastens, *ki se vot haster* sagt der nämliche Chronist 13129 von dem berüchtigten Normannenführer.

Lus. Der Graf von Lus hat zu dem Schaden der Gefangennahme bei Bovines auch den Spott Mousket's zu tragen: *Et li quens de Lus deliés* (festgehalten?) *Fu lues apries et desnüés De[s] rices armes k'il avoit*, 21885; vgl. schon 21738 *Et dont apries li quens de Lus; Cil n'i quist sounes ne delus.*

Manessier bringt nach Constans der Romanz de Thebes mit *manecier* 'drohen' zusammen: *Se il un seul mot i sonast, Ja mais home ne maneçast* heifst es da von Manessier, dem Neffen des Maldit, s. Légende d'Œdipe S. 314.

Montfort deutet ein in England entstandenes politisches Lied, das den jüngern Simon von Montfort preist, ganz richtig (richtiger, als die ihn betreffende Strophe durch Leroux de Lincy, Chants histor. 1, 200 gedeutet worden ist), nur dafs es sich stellt, als ob der Name dem Gepriesenen allein zukäme: *Il est apelé de Monfort; Il est el mond* (d. h. *mont,* Berg) *et si est fort.*

Renaut. Von dem bei Bovines gefangenen Grafen von Boulogne heifst es bei Mousket 22295, gewifs mit Rücksicht auf seinen Namen: *Li quens Renaus, comme renars, S'estoit en sa prisson enars;* ähnlich heifst es 23764 von ihm, er habe *sans renart* 'ohne List' gehandelt.

Rustebuef ist unermüdlich im Spiel mit seinem eigenen Namen: *Rustebuef, qui rudement oevre,* I 7, II 25, II 225; *hom m'apelle Rutebuef, Qui est dis de rude et de buef,* II 67; *ai non Rustebuef, Qui est dit de rude et de buef,* II 150.

In gleicher Weise werden Appellativa zum Gegenstande scherzhafter Etymologie:

argent. Por ce que li argens art gent, N'en ont que faire, Ruteb. 1, 33; *Or maudi je or et argent; Argens a non, qui art les gens,* Richart 4396; *avra argent, Non contre[s]tant ce qu'il art gent,* Méon I 408, 28; des breiteren ausgeführt im Baudouin de Sebourc II 24: *E diex, qu'est che d'argent? chius le sot bien nommer Qui argent l'apella; les gens fait embraser. Uns deables d'enfer le fist argent nommer: Car une grange fist de monnoie pupler Et puis l'ala tantost a moult de gent conter; Chil alerent tantost le grange deffremer, S'alerent le monnoie querquier et entasser, Et li deables ala celle grange allumer, Si fist le gens dedens ardoir et embraser. Pour chou ot nom argens, li noms n'en voelt müer, Car il art tout le monde.*

boulierre 'Betrüger' scheint Jehan de Meung als eine Art Compositum von *lierre* 'Räuber' zu fassen, wenn er sagt: *Malebouche si est boulierres, Ostés bou, si demorra lierres,* Rose 8108.

chevalier wird mit *a chief aler* in Zusammenhang gebracht, und des Ritters Pflicht daraus abgeleitet: *Meis ki al noun volsist entendre, Moult purrait de cest mot aprendre; Kar tant dit cest noun chevaler Com(e) vaillan(te)ment a chef aler. Et chef moustre comencement, Kar al chief tot le corps apent. Et dieu maime sanz nule faille De tot est chief et començaille* u. s. w., Bullet. de la Soc. des A. T. 1880 S. 60.

mesdire löst Baudouin von Condé in *mes d'ire* auf, er findet darin ein 'Gericht des Verdrusses': *ai je mesdit, Se j'ai 'mes d'ire' por 'mesdit'? Naje, car on puet bien 'mesdire' Par droit non apieler 'mes d'ire',* 114, 187.

5.

Auch die Art des Wortspiels begegnet bei altfranzösischen Dichtern häufig, deren Reiz in der völligen Verschiedenheit des Sinnes bei weitgehender Übereinstimmung des Wortlautes liegt.[1]) Von Leuten, denen der Gottesdienst lästig wird mit seinem Wachen, Beten und Singen, heifst es: *Itels genz si font enaigrir Le (l. Li) chant de dieu et les chançons, Il aiment miex les eschançons Et les kex et les bouteilliers Que les chanters et les veilliers,* Ruteb. 2, 51; von der Erscheinung des falschen Balduin von Flandern sagt Mousket: *Ce fu miervelle trop faee, D'uns haïe, d'autres amee, Qu'il ne savoit de rien canter, Si pot tant de gent encanter,* 25106, wozu übrigens 25250 zu vergleichen; Heinrich II von England gründete in Wincester ein Stift *Et s'i mist kanonnes riulers De clergie garnis et clers (claros),* erzählt Mousket 18287; die Meise beklagt sich über Renarts Untreue: *Ele estoit en foi sa conmere Et el le tenoit por compere; Mes ele dut sanz demorer Le comperage comperer,* Ren. 13894; Philippe von Remy sagt von dem Herzen der Blonde, aus dem Pitié und Franchise die Durté verdrängen: *Or n'i puet durer a nul fuer Durtés, puis que Francise i est,* Jehan et Blonde 1002; *Li empereour et li roi Sont devenut de tel conroi Que par aus empirent l'enpire, Si que l'autre gens en empire* (welche letzte Zeile in v. Reiffenbergs Ausgabe fehlt) liest man bei Mousket 23; der aus Flandern entweichende falsche Balduin *Se mist empirant en l'empire,* eb. 25097; *Deffïé m'a vostre afiance,* klagt der hoffnungslos Liebende der Geliebten im Guillaume de Palerne 2954; von den Stedingern sagt der hier so oft zu nennende Mousket: *Tant en i eut c'on en ot hisde. Mais li vrais diex, ki bien delivre, Les siens i souffri a aler A folie pour aus fouler,* 28260; eine alte Wetterregel sagt: *Le curé disoit: 'Les pasques pluvieuses Sont souvent froumenteuses'; Et son clerc respondoit: 'Et souvent fort men-*

[1]) Von den zahllosen Beispielen, die aufserhalb der hier gezogenen Grenze zu finden sein würden, seien hier nur zwei provenzalische angeführt: die Strophe, in welcher sich ein Unbekannter (bei Meyer, Dern. Troub. S. 31) über die *cort corta de tota cortesia* von Navarra beschwert, und die Gegenüberstellung von *gelos marit* und *gelos marrit* in der Flamenca (aus welcher anderes ähnlicher Art in den Grenzboten 1866, II 255 zusammengestellt ist), letztere darum, weil sie noch Molière wiederholt, bei dem man im 9. Auftritt des Sganarelle liest: *son mari? — Oui, son mari, vous dis-je, et mari très-marri.*

teuses', Jubinal N Rec. 2, 374 (ähnlich im Livre des Proverbes 1, 73); *Avoir[s] fait bien tel prevost faire Et tel prior, qui ainz refaire Fait son gräil que son grael*, Barb. u. Méon I. 294, 735 (in dem in die Leocade vielleicht nur nachträglich eingeschobenen Stücke, das man auch in Jubinal's N Rec. 2, 316 findet); *Mais cil qui de lange font lance* ('die aus der Zunge eine Lanze machen', von Scheler misdeutet), *Ont la querelle desraisnie*, Baud. von Condé 251, 188, womit man zusammenhalten mag: *telles parolles se doibvent plus justifier avecq la lance que avecq la langue* in der 70 Novelle der Königin von Navarra; *Vous estes mitres, non pas mestre* ruft den Prälaten Rutebeuf 1, 246 zu; dem Dichter des Fauvel sind die geistlichen Würdenträger *nice et chargié de vice*, 818; von den Jacobinern sagt wieder Rutebeuf: *Je ne di pas, ce soient li frere prescheor, Ainçois sont une gent qui sont bon pescheor, Qui prenent tel poisson dont il sont mengeor; L'en dit 'lechierres leche', mais il sont mordeor*, 1, 178; von armen alten Weibern *eles ont sanz pain asse[z] painne*, 1, 117; von Thibaut V von Navarra: *Pers aus barons, aus povres peires Et aus moiens compains et freres*, 1, 44; dem vermeinten Verführer seiner Tochter ruft der Vater zu: *Li privés lerre est li plus maus; Sauf te quidoie, et tu es faus*, Johan Bouche d'or 196; von schlechten Bischöfen lesen wir in einer Legende: *touz jors ont les bras hauciez Por-seignier, mes plus n'en feront; Et tout li prelat qui or sont, Seignent sanz nul bien enseignier*, Méon II, 329, 479; aus Anlafs des Todes Richard I von England bemerkt Mousket: *Del roi Ricart fu averé Çou que Mierlins ot esperé, Qu'a Limoges seroit li frains Fais et forgiés tous premerains, Dont li tirans, ki si tiroit, D'Engletiere afrenés seroit. Li tirans fu Ricars, . . . Et li quariaus dont il fu trais . . . Çou fu li frains ki l'afrena, Si que de rien plus n'i tira*, 20547 u. ff.; auf die ungeduldige Frage des Liebenden *Puis ge voler avec les grües, Voire saillir outre les nües Cum fist li cine Socratès?* antwortet die Vernunft: *Ja voler ne t'en covendra, Mes voloir*, Rose 6159.

6.

Völliger Gleichlaut verschiedener Wörter wird eben so ausgenutzt; Rutebeuf nennt die heilige Jungfrau *Li maulz qui les maulz acravente* 'Schlägel *(mail)*, der das Böse *(mal)* zerschmettert', 2, 14; er ist die Voraussetzung der Zweideutigkeit der Rede, die es erreicht mit Einem Worte zweierlei zugleich zu sagen, wie es geschieht, wenn in einem Fablel unter ganz besonderen Umständen der Mann zu seinem Weibe sagt: *ja mes ne vendroiz en rue Que vous ne soiez bien connue*, Barb. u. Méon IV 392, 174, oder wenn aus freilich nur bildlicher

Haft ein Sänger sein Lied mit den Worten übersendet: *Et si prendés De la prison L'enprisonnee (en prison nee) chanson*, Trouv. Belg. I 80, 68.

7.

Auf der Homonymie beruht auch der vor Jahren von mir im Jahrbuch für romanische und englische Litteratur (XV 258) erörterte Scherz. Statt einfach *n'ara nouveles* 'er wird keine Nachrichten bekommen' zu sagen, sagt man mit nachdrücklicherer Verneinung *n'ara ne nouveles ne viés*, als ob *viés* 'alte' zu *'nouveles'* der allein denkbare gegensätzliche Begriff auch dann wäre, wenn dieses nicht 'neue' sondern 'Nachrichten' bedeutet. Zu den dort gegebenen Beispielen solcher Redeweise ist etwa noch hinzuzufügen der Schlufs des Dit *'des mais'*. Nachdem der Dichter vorgeführt hat, wie in den verschiedensten Verhältnissen dem, was man etwa tröstliches sagen könnte und gern sagen möchte, sich jedesmal ein unerfreuliches *mais* 'aber' an die Seite dränge, schliefst er: *Ostons dont d'entour nous tex mes et entremais, Se deservir volons le ciel a tous jors mais*, Jubinal N Rec. 1, 194, als ob *entremes* (denn die Schreibung mit *ai* statt *e* ist bedeutungslos) eine Art von *mes* auch dann wäre, wenn *mes* nicht das Gericht, sondern das 'Aber' bezeichnet. Nächst verwandt damit ist eine Stelle der scurrilen Marktschreierrede, die unter dem Titel 'Erberie' in den Œuvres de Rutebeuf abgedruckt ist; hier lesen wir S. 473: *et il me vint (venit) et ge li trente* (Gegensatz zu *vint-viginti*)*; et il ne* (l. *me*) *saut (salit) et ge li lance* (? l. *dance*, Gegensatz zu *saut-saltum?*)*; il me prist par les rains (renes) et ge lui par les Chaelons* (*Châlons*, Gegensatz zu *Reims;* hiernach ist Godefroy unter *chaelon* zu berichtigen); *il me prist par les temples (tempora) et ge lui par les hospitax* (Gegensatz zum Tempelorden); *il me fist trois tors* (männlich) *et ge lui trois chasteax* (Gegensatz zum weiblichen *tours*); *il me fiert el nes (nasum) et ge lui es bateax* (Gegensatz zu *nes-naves*); *il me fiert en grieve* (Scheitel) *et ge lui en Champeax* (Gegensatz zu *Greve* als Stadtteil, s. Barb. u. Méon II 290, 40); *il me fiert de ses coutes (cubitos) et ge lui de mes coissins* (Gegensatz zu *coutes-culcitas*). *Tu es fox* (Narr) *et tu souflez* (Gegensatz zu *fox* Blasebalg); ... *diex vos saut, amis! diex beneïe, bluteax* (Gegensatz zu *t-amis* 'Sieb') ... *ou fustes vos nez (natus)? je ne fui onques ne nes (navis) ne bateax.*

8.

Hier mögen sich ein paar Fälle komischer Wortbildung anreihen, deren Besonderheit darin liegt, dafs ein vorhandenes Wort mit Recht oder nicht als Compositum aufgefafst und sein einer Bestandteil zum

Scherz mit einem andern vertauscht wird, durch dessen Einführung der Sprechende für seinen Gedanken einen angemesseneren Ausdruck gefunden zu haben sich den Schein giebt, als ihm das übliche Wort ihm geboten haben würde. Solcher Art ungefähr ist VOLTAIRE's Scherz, wenn er im Hinblick auf Antoine Léonard Thomas, hoffentlich bevor derselbe sein College in der Akademie wurde, für das, was man bis dahin *galimatias* genannt hatte, den Namen *galithomas* vorschlug. Doch uns geht hier nur Altfranzösisches an: 'Gott möge seine Seele ins Paradies versetzen' genügt dem Weib als Nachruf für den toten Renart nicht; er sagt: *li sainz esperiz De la seue ame s'entremete, Tant qu'en paradouse la mete, Deus liues outre paradis,* Renart 30344, als ob die letzte Silbe von *paradis* das Zahlwort *dis* wäre, das man mit *douze* unter Umständen passend vertauschen könnte. — Einer, der den andern schmäht, nennt ihn (bei MONTAIGLON Fabl. II 259) zuerst *ribauz,* verbessert sich aber, indem er ihn *ridolenz* nennt; er stellt damit *ribauz* scherzweise als Compositum hin, dessen zweiter Teil, *bauz* 'froh', im vorliegenden Falle angemessen durch *dolenz* 'kläglich' ersetzt würde: *Fui de ci, quar tu es ribaus; Ne vaus pas certes deus chies d'aus; Non pas ribaus, mes ridolenz.* Verwandter Art ist die scherzhafte Neubildung, die sich Estienne von Fougères erlaubt, wenn er in Str. 226 sagt: *Quan le povre a deserité, Si dit qu'il a fet charité; Miuz poreit dire chanité, S'il voleit dire verité.*

9.

Anderwärts kommt der Spaſs durch Gegenüberstellung zweier Bedeutungen Eines Wortes zu stande, wie, um ein einziges neufranzösisches Beispiel zu geben, im Roman bourgeois II 8, wo es heiſst: *ce nez, qu'on pouvoit à bon droit appeler son Eminence, et qui estoit tousjours vestu de rouge.*

apeler 'nennen' und 'herbeirufen': *comment apele l'en l'aive* (das Gewässer, an dem deine Heimatstadt liegt)? — *L'en ne l'apele pas, qu'ele vient bien sanz apeler,* Erberie in Œuvres de RUTEB. 1, 474.

bufet 'Schemel' und 'Ohrfeige'. Dieses Wortes Doppelsinn liegt dem Fablel *'Du vilain au buffet'* zu Grunde (BARB. u. M. III 264 oder MONTAIGLON III 199), wo der Seneschall dem Bauer einen Backenstreich giebt und dazu sagt: *Or sié . . sor cest buffet Que je te preste; or te sié sus,* auf die Zurückgabe des Geliehenen auch nicht lange zu warten braucht.

convent 'Kloster' und 'Uebereinkunft'. MIGNARD meint, der Dichter des Girart de Roussillon verwende die Zweideutigkeit des Wortes scherzend, wenn er S. 65 sagt: *Auxi bien com abbés mon convent li tenrai;* es ist aber wahrscheinlicher, daſs hier nur auf die sprichwörtliche Sicherheit der Schwüre von Ordens-

personen Bezug genommen ist; vgl. *Ce porroit uns abes jurer,* Ch. lyon 5110; *Mais bien jurer puet une nonne, Si fait un[s] moines, par saint Gile, Que maufé sont vilain de vile,* G. Coinsy 625, 344; *N'ainc, bien(ne) le puet jurer nus (*l. *uns) abbes, A droit n'en dist quatre sillabes,* eb. 621, 161.

faire le. An die allgemeine Betrachtung: *Toz jorz ont dames tel nature: S'ele aperceit que vos l'ameiz Et que por lié soiez destreiz, Senpres vos fera ses orgoilz; Ja mes ne vos torra (= tornera) ses ielz Qu'il n'i ait dangier ne fierté; Assez avreiz ainz comparé Le bien, que el le vos lest fere,* knüpft der Romanz de Troie das Wortspiel: *A merveille puet l'en tenir, Coment iço puet avenir: Cil preie a qui fere l'estuet,* 14981, dem eine besondere Erklärung hinzuzufügen ich mir ersparen darf.

ferrer '(Wein) mit glühendem Eisen behandeln' und 'betäuben'. *Ja de la bouche melodie N'ist(e)ra fors, si iert recinee; Mais quant li vins l'a mecinee Et ferré a ferrez la teste, Lors orguenent et font grant feste,* G. Coinsy 320, 235; *ou froit celier, La me puet on querre; A boin ferreit que bien ferre, La voil mon argent offerre,* Bartsch Chrest.[2] 332, 33.

queue de Renart symbolisch und im eigentlichen Verstande. Im ersteren Sinne wird der Ausdruck in dem ganzen danach betitelten Dit (Jubinal N Recueil 2, 88) gebraucht; nur in der fünftletzten Strophe, wo es von den Hühnerhändlern heifst, sie seien die einzigen, die von Renart nichts wissen wollen, tritt der erste Sinn desselben wieder hervor: *poulailliers ont juré, Se Regnart est si osé Qu'il leur vigne faire esgart, La queue aront de Regnart.*

semer in der Verbindung mit *cler* und im eigentlichen Sinne, jedoch bildlich stellt Rutebeuf 1, 17 neben einander: *Que sont mi ami devenu Que j'avoie si pres tenu Et tant amé? Je cuit qu'il sont trop clersemé; Il ne furent pas bien semé, Si sont failli* (sie sind nicht richtig ausgesät worden und deswegen nicht gediehen).

taner 'gerben' und 'plagen'. *Ne m'estuet pas taner en tan, Quar le resveil Me tane azzez, quant je m'esveil,* sagt Rutebeuf 1, 16.

terre 'Land' und 'Erdart'. *De quel terre (estes vos)?* — Antwort: *En volez vos faire poz?* Erberie in Œuvres de Rutebeuf 1, 474.

Archaeologische und epigraphische Funde in Bombay.

Von Georg Bühler.

Die Wochenausgabe der Bombay Gazette vom 21. April veröffentlicht einen Brief des Mr. J. Mc Nabb Campbell, Compiler of the Bombay Gazetteer, welcher einen Bericht über ausserordentlich wichtige Ausgrabungen und Inschriftenfunde in und bei Supârâ, einem etwa 30 englische Meilen nördlich von Bombay im Collectorate von Ṭhâṇâ an der Meeresküste gelegenen Dorfe, enthält. Es war schon seit einigen Jahren bekannt, dass dieser jetzt ganz unbedeutende Ort mit dem von den griechischen Geographen Souppara oder Ouppara genannten Hafen identisch ist und dass derselbe von Sanskṛit Autoren unter dem Namen S'ûrpâraka oder S'orpâraka noch im zwölften Jahrhundert p. Chr. als eine der Haupt- und Residenzstädte der 'Silâhâra, oder 'Silâra, Herrscher des Konkan, bezeichnet wird.[1]) Diese Identificationen wurden von Dr. Burgess, Pandit Bhagvânlâl Indrâjî und mir selbst schon vor acht Jahren gleichzeitig gemacht und von Dr. Burgess zuerst veröffentlicht. Mr. J. M. Campbell identificirte Suppâra, 'Sûrpâraka, in dem Bombay Gazetteer weiter mit dem Sopheir, welches die Septuaginta an die Stelle des viel umstrittenen Namen Ophir setzt.

Angeregt durch diese Vermuthungen besuchte Mr. Loch, einer der Assistenten des Collectors von Ṭhâṇâ, das Dorf im vorigen Winter und bemerkte, dass eine kleine Anhöhe, welche von den Einwohnern jetzt »das Fort des Burûd (Korbflechter) Königs« genannt wird, in ihrer Form einem versunkenen Buddhistischen Stûpa glich. Auf eine Mittheilung, welche er Hrn. J. M. Campbell machte, begab sich dieser in Begleitung des Collectors von Ṭhâṇâ, Mr. Mulock, und des bekannten Epigraphen und Archäologen Pandit Bhagvânlâl um Ostern d. J. an Ort und Stelle und stellte bei dem vermuthlichen Stûpa Ausgrabungen an. Das Resultat derselben war, dass im Innern der Anhöhe ein Gewölbe von Ziegelsteinen entdeckt wurde und im Centrum des letztern ein kleiner Koffer aus Stein, welcher ein kupfernes Gefäss enthielt. Bei der Eröffnung des letzteren fand sich in demselben ein

[1]) Jour. Bo. Br. R.A.S. XII, Report in Kaśmîr p. 51 und CXV. v. s. 109—110.

kleinerer silberner Kasten, in diesem ein steinerner, dann folgte ein cristallener und endlich ein goldener mit gewölbtem Deckel. Das letzte Kästchen enthielt dreizehn Thonscherben, augenscheinlich die Überbleibsel eines zum Einsammeln von Almosen bestimmten Gefässes (bhikshâpâtra), dessen früherer Eigenthümer ohne Zweifel ein Buddhistischer Heiliger war. Zwischen dem kupfernen und dem silbernen Kästchen fand sich ein grösserer Zwischenraum, der mit verdorbenem Âbîr Pulver, zahlreichen Blumen aus gepresstem Golde, einer Goldplatte mit dem eingepressten Bilde eines sitzenden Buddha und vielen werthlosen Edelsteinen und Glasperlen gefüllt war. Bei dieser Sammlung von Buddhistischen »ratnas« lag auch eine kleine Silbermünze, welche nach Pandit Bhagvânlâl's Lesung dem Andhra Könige Gautamiputra II. Siriyaña Sâtakarṇi gehört und, was bei Andhra Münzen sonst unerhört ist, nach einem griechischen oder bactrischen Vorbilde geprägt sein soll. Diese Entdeckungen bestätigen die frühere Identification von Supârâ mit Souppara-Ouppara und S'ûrpâraka vollkommen. Sie beweisen auch, dass der Stûpa in der späteren Andhra Periode erbaut ist.

Noch wichtiger aber ist der Fund eines beschriebenen Stein-Fragmentes, welcher etwa eine englische Meile von dem Stûpa gemacht wurde. Nach Pandit Bhagvânlâl's Lesung enthält dasselbe einen Theil des VIII. Edicts des Maurya Königs Aśoka. Das Vorkommen einer Copie dieser Edicte im Konkan beweist, dass das Maurya Reich nicht, wie man bisher glaubte, auf der Westküste Indiens an der Narmadâ seine Grenze hatte, sondern jedenfalls einen grossen Theil des Konkan einschloss.

Bei weiteren Nachforschungen in der Nähe von Supârâ sind auf einem Brahma-Tekri genannten Hügel, eine englische Meile südwestlich, noch vier Steinplatten mit Inschriften aus der Andhra Zeit zum Vorschein gekommen.

Endlich hat Mr. Mulock zwanzig Steininschriften in der Nachbarschaft gesammelt, welche Landschenkungen aus den Jahren 500 bis 1300 p. Chr. enthalten.

Alle die gefundenen Inschriften sind oder werden von Pandit Bhagvânlâl entziffert und sollen im Journ. Bo. Br. R. As. Soc. veröffentlicht werden. Diese reichen Funde sind aber längst noch nicht alles, was der letzte Winter den indischen Epigraphen bescheert. Gujarat hat, wie fast jedes Jahr, eine Menge Kupfertafeln geliefert, deren Entzifferung jetzt theils in Indien, theils in Europa vorbereitet wird.

Über das Relief bei den Griechen.

Von Alexander Conze.

(Vorgelegt am 11. Mai [s. oben S. 525].)

Hierzu Taf. IX.

Eine eigenthümliche Stellung unter den Darstellungsformen der bildenden Künste nimmt das Relief ein; dass die Griechen es besonders mustergültig zu behandeln wussten, gilt als ziemlich anerkannter Satz. So lohnt es wohl doppelt, wenn man über das Wesen dieser Gattung sich klar zu werden sucht, vor Allem scharf ins Auge zu fassen, wie sie bei den Griechen gehandhabt wurde. Jedesfalls wird es innerhalb der Erforschung der antiken Kunst, in welcher das Relief eine so grosse Rolle spielte, unerlässlich. Gelegenheit zu Beobachtungen darüber hat sich mir, ohne dass ich sie suchte, wiederholt geboten, namentlich durch zweierlei Anlässe; einmal durch die Sammlung der griechischen Grabreliefs, welche ich für die Akademie der Wissenschaften zu Wien unternommen habe und, leider zu lange schon, bald zehn Jahre fortführe, sodann dadurch, dass die Ausgrabungen Carl Humann's in Pergamon als Hauptfundstück das gewaltigste Relief, von dem wir überhaupt wissen, mir am K. Museum zur Verwaltung in die Hände gegeben haben, und neben dem einen grössten, der Gigantomachie, noch die Überreste eines zweiten, welches jedem auf solche Betrachtung Vorbereiteten als formell besonders merkwürdig sofort sich zu erkennen gegeben hat, ich meine den sogenannten kleinen Fries des Altarbaus. Ja die Fortsetzung der Humann'schen Ausgrabungen im vergangenen Jahre hat als wichtigstes Bildwerk abermals eine Reihe von Reliefs, die Waffenabbildungen auf den Brüstungen der Säulenhalle am Athenaheiligthum, zu Tage gefördert. Erstrecken sich die Grabreliefs über den ganzen Zeitraum der griechischen Kunstentwickelung vom sechsten Jahrhundert bis in die ersten Jahrhunderte der christlichen Zeitrechnung, mit einer merkwürdigen Lücke im fünften Jahr-

hundert, welche aber gerade durch das schon längst genugsam bekannte grosse Friesrelief vom Parthenon, in dem man das griechische Relief κατ᾽ ἐξοχήν sieht, ausgefüllt wird, während die Hauptmasse derselben im vierten Jahrhundert v. Chr. liegt, so gehören die drei pergamenischen Reliefs dem zweiten Jahrhundert v. Chr. an. Zeitlich und örtlich bilden den Übergang zu den wieder zahlreich vorhandenen Fortsetzungen der griechischen Reliefarbeiten in der römischen Kunst die vier Marmorgemälde, so kann man hier geradezu sagen, an dem Grabmale der Iulier zu St. Remy im südlichen Frankreich; und auch diese im Allgemeinen wenig mehr als dem Namen nach gekannten Reliefs habe ich im Jahre 1866, bald nachdem Brunn, von Ritschl geleitet, auf sie neu aufmerksam gemacht hatte, an Ort und Stelle sehen, sie in seltenen photographischen Aufnahmen erwerben und bei mir behalten können, bis ich im vorvorigen Jahre Abgüsse nach den Originalen im Museum zu St. Germain wieder fand. Wohl möchte ich diese persönliche Begegnung mit St. Remy neben der Beschäftigung mit den Grabreliefs und der mit den pergamenischen Reliefs als dritten Hauptanstoss zu einer umfassenden Betrachtung des griechischen Reliefs hier erwähnen. Jedesfalls verdanke ich es ihr, dass mich eine Anzahl seitdem literarisch vertretener Irrthümer nicht gestört haben.

Wenn ich nach derartig wiederholten Anregungen über das Relief bei den Griechen zu handeln versuche, so kann es nicht im Entferntesten mit der Absicht geschehen, etwas Erschöpfendes zu liefern; vielleicht, dass es später einmal daraus wird. Und wenn auch dann nicht von mir, der ich zu wenig Herr dessen bin, was ich arbeiten will, so wird es einem Anderen gelingen; denn die Aufforderung dazu kommt nicht von heute. »Wir vermissen eine Geschichte des Reliefs bei den Griechen«, sagte schon 1857 Brunn in der Künstlergeschichte (I, S. 587), aber nicht nur erschöpfend geschrieben, wie es gewiss einmal geschehen muss und wird, vermisste sie Brunn, nein, selbst eine solche vermisste er, »welche uns auch nur die einfachsten Fragen über diesen Theil der Kunst klar und bestimmt beantwortete.« Vielleicht, dass das wenigstens schon heute gelingt, nur einiges Einfachste einigermaassen richtig zu formuliren.

In einzelnen sehr wesentlichen Punkten sind ja auch mehr und mehr richtige Grundanschauungen aus immer reicher zuströmender und immer klarer sich ordnender Fülle der Beobachtung bereits hervorgegangen, so dass man garnicht einmal zu wagen hat, ganz Neues aufzustellen, vielmehr, wie mir scheint, nur die Aufgabe zu erfüllen hat, so zu sagen in der Luft Liegendes fester zu gestalten. Jeder, der die für ihre Zeit gute Schrift »über das Basrelief« zur Hand

nimmt, mit welcher Tölken sich im Jahre 1815 an der Berliner Universität habilitirte, wird beim Lesen inne, wie gewisse Hauptpunkte heute vollständig umgestaltet vor uns liegen.

Wenn Tölken (S. 3) bei der Definition des Reliefs die Abwesenheit der Farbe als etwas generell Gegebenes hinstellt, so fällt gleich zu Anfang in die Augen, wie verändert die Basis der Betrachtung heutzutage ist, wo namentlich denen, welche mit griechischen Reliefs an den Fundstellen derselben und unmittelbar nach ihrer Auffindung viel zu verkehren Gelegenheit haben, umgekehrt für diese Reliefs Farbigkeit eigentlich selbstverständliche Voraussetzung ist, selbst wo bestimmte Spuren sich nicht erhalten haben. Ich berufe mich z. B. auf Kumanudis, dem bei seiner Sammlung der griechischen Grabinschriften so besonders viele Reliefs unter die Augen gekommen sind.

Wenn ferner Tölken auf S. 6 seiner Schrift, wo er beginnen will, den Gesetzen über Reliefkunst nachzuforschen, ausdrücklich ablehnt, dabei die Technik der Ausführung zu berücksichtigen — was im V. Abschnitte zu einer recht verfehlten Bestimmung des inneren Charakters der Reliefkunst als eines sozusagen hieroglyphischen führt —, so hat namentlich klar und einfach Schöne in seinen griechischen Reliefs S. 22 es ausgesprochen, welchen unerbittlich bestimmenden Einfluss auf die Formengebung der attischen Votivreliefs (und diese sind darin nichts Besonderes für sich) das technische Verfahren ausgeübt hat. Die Steinplatte ist das Gegebene, sagt Schöne, darauf werden die Figuren entworfen, ihre Conturen werden mit dem Meissel umrissen und weiter der Reliefgrund je nach Bedürfniss ausgetieft. Wenn dagegen Tölken sagte, einzeln müsse jede Figur dem Grunde aufgearbeitet werden, so ist das eben das moderne Relief, wo, wie Schöne anführt, die Figuren in Thon auf Schieferplatte oder Brett modellirt werden, also eben das Gegebene der Reliefgrund ist, während beim antiken Relief die Oberfläche der ursprünglichen Steinplatte das Gegebene ist. Was Tölken als Vorschrift formulirt, was entsprechend, glaube ich, in der practischen Unterweisung bis heute eine grosse Rolle spielt, dass die Glieder der Figuren der Fläche folgen müssen, nicht einzeln herausfahren dürfen u. s. w., das konnte eben bei griechischer Relieftechnik absolut nicht anders sein. Man ist fast erstaunt zu sehen, wie unendlich einfach es sich mit dem vielgepriesenen Geheimnisse des sogenannten griechischen Reliefstiles verhält, der nun ferner, wie wir uns ohne Weiteres sagen, bei seiner Abhängigkeit von der Technik allerdings gar nicht einer sein kann, sondern modificirt je nach dem Material des Steins, ja der verschiedenen Steinarten, dann des Metalls u. s. w., und nach den verschiedenen Proceduren, welche deren Bearbeitung erforderte.

Tölken stand mit seiner Kunstbetrachtung noch innerhalb einer gegen den Stil der sogenannten Zopfzeit gerichteten Gegenbewegung; die malerische Behandlung des Reliefs in jener Zeit, wo das Relief als Zeichnung in Stein oder Metall auch Bäume und Landschaften, seltsam für den Beschauer, dargestellt hätte, galt ihm selbstverständlich als ganz verwerflich, und wo er in Abschnitt X dergleichen doch auch als in der Antike vorkommend anerkennen muss, sind ihm das Verirrungen, und zwar hin und wieder durch Übersetzen von wirklichen Gemälden in Marmor entstanden. Wie sehr nicht in Verirrung, sondern in wirklicher Entwickelungstendenz das antike Relief zu der malerischen Eintiefung verschiedener Gründe hinter einander gelangte, wie malerische Reliefs bei Weitem nicht immer Übersetzungen vorhandener Gemälde zu sein brauchen, das hat vor Kurzem namentlich Schreiber (Arch. Zeitg. XXXVIII, S. 155 ff.) gut und richtig herausgefunden und damit einen Weg gewiesen, den Overbeck in der neuen Auflage seiner Geschichte der griechischen Plastik weiter gehen konnte. Gerade in diesem Punkte, der Einsicht in den malerischen Charakter der spätgriechischen und damit der römischen Reliefkunst, ist unsere über Tölken hinausgehende bessere Erkenntniss erst recht jungen Datums. Da man St. Remy meist nicht kannte, Pergamon noch nicht hatte, so verhärtete sich ein Vorurtheil gegen die, man kann in gewissem Sinne sagen, reichste Entfaltung der griechischen Reliefkunst, und man formulirte immer bestimmter die Anklage auf Schuld an dieser Ausartung gegen die Römer, so namentlich Philippi in seiner Schrift über die römischen Triumphalreliefs und ihre Stellung in der Kunstgeschichte (Leipzig 1872).

Ich habe hiermit drei Hauptpunkte herausgehoben, an denen es besonders in die Augen springt, wie eine richtigere Einsicht in Erscheinung und Wesen des griechischen Reliefs sich im Laufe unseres Jahrhunderts bei ausserordentlicher Zunahme des Materials bereits gebildet hat. Ganz gewiss aber ist sie bei weitem noch nicht Gemeingut geworden; dafür habe ich noch in diesen Tagen ein frisch gedrucktes Zeugniss gelesen. Wenn ich nunmehr der, so weit ich einzusehen vermag, richtigen Charakteristik des griechischen Reliefs in zusammenhängender Ausführung mehr Eingang zu verschaffen suchen will, so muss ich vielleicht gerade wegen der ausgesprochen anderen Tendenz der mehrfach angezogenen Tölken'schen Schrift ausdrücklich erklären, dass ich meine Aufgabe rein historisch fasse. Es kommt mir nur darauf an einzusehen und zu zeigen, wie das Relief bei den Griechen war, nicht Regeln zu geben, welche etwa heute und in Zukunft die Künstler oder ihre Beurtheiler zu berücksichtigen hätten. Will man übrigens das griechische Muster auf

diesem Gebiete auch ferner einigermaassen maassgebend sein lassen, so hat schon das bisher Gesagte jene strenge Regel, welche z. B. Tölken zu finden glaubte, als in der griechischen Kunst für die Reliefbehandlung bei weitem nicht so, wie er meinte, gültig bestehen lassen. Das griechische Relief, einmal als Muster gelten gelassen, giebt also statt einer Beschränkung, vielmehr eine Freiheit, in dem einen Material so, im anderen so, zu verschiedenen Zeiten, für verschiedene Zwecke so oder so zu verfahren, und man sieht also auf diesem besonderen Kunstgebiete wieder einmal, dass das Griechenthum die möglichen Entwickelungsstufen bereits voll und ganz durchlaufen hat und sie eine neben der anderen dem Studium, nicht aber einer bequemen Nachahmung darbietet.

Das Relief, die Darstellung auf der Fläche vermittelst Bewegung der Fläche, wie es die Griechen handhabten, war zum Unterschiede von unsern landläufigen Vorstellungen von einer solchen Kunstart, erstens nicht etwas so in sich Einheitliches, und zweitens nicht etwas so für sich Gesondertes, wie wir es uns zu denken gewöhnt sind.

Den ersteren Punkt habe ich bereits berührt, als ich von der Abhängigkeit des Reliefs von der Technik sprach. Das Relief ist bei den Griechen ein wesentlich anderes, je nachdem es vor Allem in Metall oder Stein gearbeitet ist; beim Metallrelief, wo die Herstellung mittelst getriebener Arbeit voransteht, und bei dem Steinrelief, wo vielmehr ein Eintiefen bei der Herstellung stattfindet, zeigen schon die einfachsten Elemente ganz entgegengesetzte Eigenthümlichkeit.

Beim getriebenen Metallrelief ist der mit dem Punzen auf der Oberfläche convex hergestellte runde Buckel das einfachste Formelement, welches wir nicht nur abstrahiren, sondern welches wirklich in den primitiven Fabrikaten als Keim eines Ornamentmotivs in all seiner Ursprünglichkeit oft genug nachzuweisen ist. Hier geht also die Flächenbewegung von vorn herein auf erhabene Modellirung aus.

Ganz das Gegentheil findet beim Steinrelief statt. Die von Schöne gegebene treffende Charakteristik des griechischen Verfahrens bei dessen Herstellung habe ich bereits angeführt; es besteht in einer Eintiefung des Grundes. In allen Schilderungen des Reliefs bei den Aegyptern wird dasselbe als *Basrelief en creux*, als etwas in dieser Art besonders Eigenthümliches behandelt; es ist aber das Steinrelief bei den Griechen in der That ebensowohl ein Relief *en creux*, nur meist weniger elementar seiner Ausführung nach.

Der hiermit aufgewiesene Unterschied zwischen Metall- und Steinrelief lässt sich an einem besonders einfachen Beispiele erläutern.

Jenem runden Buckel, der in alten getriebenen Metallreliefs ornamental verwendet ist, hier in Oberansicht und Durchschnit dargestellt, ent-



Metall. *Stein.*

spricht seiner kreisförmigen Umrissform nach eines der einfachen Ornamentmotive, welche sich in Stein z. B. am Grabbau zu Mykenai finden: hier ist es aber nicht wie im Metall durch convexe Rundung des eigenen Körpers, sondern selbst flach durch Ausheben des Grundes umher für das Auge hervorgehoben. An diesen beiden Beispielen sehen wir *in nuce* zwei Reliefstile der griechischen Kunst vor uns.

Da es mir nicht auf Verfolgen des Themas in alle Einzelheiten hinein, sondern erst einmal auf Herausarbeiten einer richtigen Grundanschauung, mit der man dann an das Einzelne weiter herangehen mag, ankommt, so will ich auf den weniger handgreiflichen Einfluss hier nicht eingehen, den etwa noch andere Materialien und Techniken auf die Reliefbehandlung ausgeübt haben. Eine Mittelform gewissermaassen zwischen dem erhabenen Metallrelief und dem eingetieften Steinrelief bildet das in weichen Massen (Thon, Wachs beim Siegeln namentlich) durch Eindrücken von Formen oder Eindrücken in Formen hervorgebrachte Relief.

Je mehr man aber bei griechischen Reliefs, und wenn man vom griechischen Reliefstil spricht, vorzugsweise, ja unbewusst ausschliesslich an das Relief in Stein, namentlich an das Marmorrelief zu denken pflegt, desto mehr empfiehlt es sich hier, bei dessen eben gegebener Charakteristik als eines *cum grano salis* verstandenen Reliefs *en creux*, noch zu verweilen. Auch hier ist es besonders lehrreich, die Erscheinungen in möglichst einfachen Fällen zu beobachten; nicht dass ein solcher einfachster Fall deshalb etwas historisch Ursprüngliches sein müsste: ich wähle das Bild eines attischen Grabsteins, eines gewissen Glaukias und vermuthlich seiner Gattin Eubule gesetzt; das Original wurde im Piräeus gefunden und befindet sich in Athen in Privatbesitz; einen Abguss hat das K. Museum und ein Lichtdruck danach ist auf der diesem Aufsatze beigegebenen Tafel IX gegeben. Mir erscheint dieses unansehnliche Werk sehr geeignet, beispielsweise in den Mittelpunkt der Erörterung gestellt zu werden. Es entstand im vierten Jahrhundert v. Chr., also in einer Zeit, wo von Anfängen einer Entwicklung des Reliefs längst nicht mehr die Rede sein konnte, wo dieser Kunstzweig alle Arten des Flach- und Hochreliefs, wie wir zu


ΛΑΥΚΙΑΣ ΕΥΒΟΥΛΗ

sagen pflegen, die man aber vielmehr als verschiedene Stufen einer Reliefeintiefung auffassen sollte, reich entwickelt hatte, wo er gerade in Athen in besonders lebendigem Betriebe war, und nun in der Productionsfülle immer noch junge Keime neben ausgebildeten Organismen aufschossen. Ein solcher junger Keim neben den voll ausgebildeten Gestaltungen an Grabmalen der Demetria und Pamphile, des Dexileos, Lysanias Sohnes, und so vielen anderen, zeigt sich auf dem Grabsteine des Glaukias und der Eubule, auch an anderen ausser ihm: namentlich aber der Umstand, dass uns von diesem der Abguss zur Verfügung steht, liessen gerade ihn zum Repräsentanten seiner Art wählen.

Auf der flachen Steinplatte finden wir hier die Conturen der beiden Figuren eingeritzt und bemerken den ganz leisen Anfang, durch Herausschaben des Grundes zunächst rings um die Conturen, diese stärker für das Auge herauszuheben. Hier sehen wir die Genesis des griechischen Marmorreliefstils vor uns. Das Umfahren der Conturen ist nicht mehr, und ist in der That genau dasselbe, wie das Umfahren des Umrisses seiner auf den hellen Thongrund gezeichneten Figur mit einem Pinsel voll schwarzer Farbe, welches der griechische Vasenmaler übte, bevor er dann den Rest des Grundes ganz schwarz ausfüllte. Äusserst anschaulich stellt dieses Verfahren ein unfertig gebliebenes attisches Grabrelief zweier Aphidnäer, welches in den Ausgrabungen an der Agia Triada zum Vorschein kam, vor Augen (Sybel 2253), und wie das Princip von der kaum angedeuteten Relieferhebung der Glaukiasstele bis zur Herstellung von starkerhabenem Relief und bis in späte Zeit hin dasselbe blieb, mag unter vielem Anderen eine der Marmorplatte durch Umtiefung der Umrisse und Modellirung der Gestalt abgewonnene Hochreliefffigur im kapitolinischen Museum beweisen (Müller-Wieseler D. d. a. K. II, n. 817); hier erscheint das Princip in Caricatur.

In zahlreichen, zumal attischen Reliefs aus derselben Periode wie die Glaukiasstele, ist sodann der weitere Schritt gethan, den ganzen Grund um die Figuren herum abzumeisseln, zunächst bis zu einer rechteckig umschriebenen, dann gern tektonisch gegliederten Grenze, ausserhalb deren die ursprüngliche Fläche wieder in gleicher Erhabenheit mit der Fläche, welche innerhalb der Figurenconture stehen geblieben ist, verbleibt. Dieses ist die reinste Form des sogenannten Reliefs *en creux*. Oder aber man ging mit Fortnahme des Grundes bis zum Rande des Steinwerkstücks, oder bis zum Rande der flachen Bosse, welche zur Herausarbeitung des Reliefkörpers auf der tektonischen Fläche, namentlich z. B. gern auf Marmorgrabvasen, ursprünglich vorgerichtet war. Hier verschwindet dann die geläufige Erscheinungs-

form des Reliefs *en creux*. Immer stärkerer Eintiefung des Grundes entspricht bei Reliefs, welche nicht wie der Parthenonfries (Michaelis Parthenon S. 203 ff.), um in ungünstiger Beleuchtung aus der Ferne deutlich sichtbar zu bleiben, die Figurenumrisse hart senkrecht auf dem eingetieften Grunde stehend zeigen, allmälige Abrundung von der höchstliegenden zur tiefstliegenden Marmorfläche, durch alle Abstufungen der Modellirung der dargestellten Figuren. Diese Durchmodellirung der Figuren liess die Ebene, in welcher der einfachsten technischen Procedur nach die dargestellten Bilder mit ihrer Oberfläche liegen, immer mehr verschwinden, doch bildet diese ursprüngliche Ebene natürlich nach wie vor die Höhengrenze, welche kein Theil des Reliefbildes überschreitet.

Andererseits bleibt das Verfahren der Herausnahme des Grundes nicht bei dem Wegnehmen einer durchgehend gleichmässigen Schicht stehen, bei welchem wie in Aegypten Bild und Grund nur in zwei Flächen sich von einander abheben, vielmehr ist in der Relieftechnik bei den Griechen ein Streben wirksam, wie durch Erhabenmodellirung des Bildes, so und zwar nicht durch überall gleichmässig tiefes, sondern durch stellenweise stärkeres Hineingehen in den Grund grössere Fülle der Darstellung mit hintereinander befindlichen Figuren zu erreichen, ein Verschwindenlassen also der materiell gegebenen Bildfläche, mit einem Worte malerische Tendenz. Die Unebenheit des Grundes ist bei griechischen Reliefs nicht die Ausnahme, wie Brunn Künstlergeschichte I, S. 587 sagt, sondern eher die Regel.

Bevor wir in der Verfolgung der Consequenzen dieser Procedur der Relieftechnik weiter gehen, möchte ich des Umstandes wenigstens Erwähnung thun, dass das Aufstellen von Gruppen rund ausgearbeiteter Statuen unmittelbar vor einer Hintergrundfläche, wie es namentlich in den Giebelfeldern im fünften Jahrhundert üblich wurde, auf ein Streben der Loslösung von Reliefgestalten vom Grunde vielleicht nicht ohne Einwirkung geblieben ist. Im vierten Jahrhundert tritt in Athen eine wundervoll in der Schwebe zwischen Freisculptur und Flächendarstellung sich haltende Reliefweise auf, zumal in den grossen Sepulcralstelen, welche nach diesem Jahrhundert wieder verschwinden. Sie scheint den bestimmenden Einfluss der technischen Herstellungsweise überwunden zu haben und jeder Regel zu spotten, mit den lebendig bewegt vor den umfassenden tektonischen Rahmen theilweise vortretenden Gestalten, die namentlich in den die Profilstellung verlassenden Köpfen zur vollständigen Freiskulptur sich erheben. Nirgends verschmilzt sich wie hier plastisches und malerisches Princip. Dass die Giebelgruppen des Phidias nicht ohne Einfluss auf die Ausbildung einer solchen Reliefart gewesen sein mögen, lässt sich wohl

annehmen; die auf Seiten der damaligen Malerei mitwirkenden oder doch begleitenden Erscheinungen sind leider unserer Vorstellung allzusehr entzogen.

Da auf eine Berührung der Reliefs mit der Freiskulptur wieder zu kommen in unserer Auseinandersetzung keine Gelegenheit sein wird, so sollen gleich hier die mancherlei Fälle eines Reliefs erwähnt werden, welches nur als billiges Surrogat für die bei grösserem Aufwande beabsichtigte Aufstellung von Rundfiguren vor einem Hintergrunde eintrat. Es giebt der Mehrzahl der griechischen Grabreliefs hellenistisch-römischer Zeit ihr Gepräge.

Wir kehren nun zu der Procedur des Eintiefens des Reliefgrundes zurück.

Schon im fünften Jahrhundert v. Chr., wo der Parthenonfries das Hauptbeispiel bietet (s. Michaelis a. a. O.), sehen wir durch Hineinarbeiten verschiedener Pläne in den Grund eine gewisse Tiefe des Reliefbildes erreicht. Wenn die Procedur besonders roh ausgeführt wird, wie an einigen altspartanischen Reliefs, so hat die Versuchung nahe gelegen, darin etwas spezifisch Eigenthümliches einer lokalen Kunst und etwa Imitation von Holzschnitztechnik zu suchen (z. B. Mittheil. Athen. Inst. II, S. 252), wozu ich keinen Anlass sehe. Auf einem attischen Grabrelief des vierten Jahrhunderts (Sybel 2635) ist es merkwürdig zu beobachten, wie eine später im Hintergrunde hinzugefügte Figur (was Pervanoglu richtig bemerkt hat) durch Wegnahme einer Schicht im Grunde hergestellt ist. Gerade in solch roher Ausführung, wie in Sparta, und in dem besonderen Falle eines Nachtragens ohne viel Bemühung auf dem attischen Relief erscheint die Procedur der Reliefarbeit mit Hineinarbeiten in den Grund recht augenfällig.

Die Tendenz über das, was wir Reliefstil zu nennen pflegen, in dem die Silhouette vorherrscht, d. h. wo ein hinreichend freier Grund zum Heraustretenlassen der einzelnen Gestalt bleibt, über dieses hinauszugehen, den Grund durch immer weiteres Hineinarbeiten verschwinden zu lassen, zugleich damit ein gesteigertes Hintereinander von Gestalten in das Bild einzuführen, und die Gestalten wie im freien Raum, nicht auf einer Fläche erscheinen zu lassen, ist von den Griechen bis zum Äussersten geführt. Auf Unkenntniss beruhen die bereits zu Eingang erwähnten Versuche, das erst den Römern zu vindiciren. Schon bevor die pergamenischen Reliefs wiedergefunden waren, konnte das an dem Grabmale der Iulier von St. Remy gesehen werden, seitdem Ritschl dessen Alter auf der Grenzscheide zwischen Republik und Kaiserzeit bestimmt hatte (priscae latinitatis epigraphicae suppl. V. Opusc. IV, 557 ff.); aber trotz Brunn's Hinweis auf der Philologen-

versammlung zu Hannover 1864 und bei Lohde in den Rhein. Jahrb. Heft 43, S. 143 f. blieb das Denkmal so gut wie unbekannt. Auf jeder der vier Seiten des Unterbaues, der Art der Stellung nach dem grossen pergamenischen Friese vergleichbar, befindet sich ein Reliefgemälde; anders ist es nicht zu nennen. Vielleicht am meisten gelungen in dem Bilde der Eberjagd bewegen sich die dicht gedrängten Gestalten wie im freien Raume; die Pferde springen verkürzt in das Bild hinein und aus dem Bilde heraus; auf die vordersten Figuren, die in Hochrelief heraustreten, jetzt meist abgebrochen diese erhabenen Theile, folgen eine, zwei, drei Reihen hinter einander in abnehmender Reliefenhebung, die letzten nur im Contur in den Grund eingetieft, damit förmlich an die Wirkung der Luftperspektive streifend. Wir sehen hier einen Endpunkt vor uns, nach dem aber die griechische Reliefkunst schon längst hingestrebt hatte. Lohde hatte einen richtigen Eindruck und eine seltsame Erklärung dafür; es erinnerte ihn das malerische Relief an das der spätetruskischen Aschenkisten, und es möchten, meint er, tuskanische Künstler mitgewirkt haben. Man wird das Letztere nicht ernsthaft nehmen. Gegenüber diesem malerischen Gestaltengewimmel, in welchem die Silhouette keine Rolle mehr spielt, ist sogar, was wir von Reliefs der römischen Kaiserzeit sonst kennen, fast wie eine Rückkehr zu schlichterer Art anzusehen, nicht aber als Anfänge einer Richtung, die vielmehr bereits vorher ihre letzten Ziele erreicht gehabt hatte.

Es war wohl niemals anders denkbar, als dass man, wie gesagt, in diesen Reliefs von St. Remy einen Endpunkt der griechischen Entwickelung der Reliefbehandlung zu erkennen hätte. Wer aber noch hätte annehmen wollen, dass hier etwa ein besonderer Trieb der Kunst erst aus dem letzten Jahrhundert der römischen Republik zu Tage trete, den haben jetzt die pergamenischen Reliefs eines Anderen belehrt. Deren malerischer Charakter ist ja in Aller Munde; ich möchte aber mehr noch als das Gigantomachierelief und mehr als den sogenannten kleinen Fries vom Altarbau das eine der Balustradenreliefs von der Athenahalle seines eminent malerischen Characters wegen betonen. Es ist dasjenige, von dem ein Theil in unserem vorläufigen Berichte (Jahrb. der K. preuss. Kunsts. 1882, Taf. IV) abgebildet, aber sehr schlecht abgebildet ist, und dann eben nur ein Theil, ausserdem vor Allem noch ohne die Einrahmung der Säulen beiderseits und der Deck- und Sockelgliederungen, mit denen das Stück jetzt im Museum wieder hingestellt ist. Erst in dieser Aufstellung trat mit einem Male die malerische Wirkung des Reliefs in überraschender Weise hervor; wie nur im Relief von St. Remy ist hier der Flächeneindruck völlig überwunden, man sieht wie in einen

im freien Raume liegenden Haufen von Waffen hinein. Man muss, so misslich dergleichen ist, mit dem Totaleindrucke argumentiren; denn dass die Abstufung der Reliefhöhen oder vielmehr -tiefen hinter einander constatirt wird, damit ist Eins nicht auszudrücken, worauf es doch sehr ankommt, dass nämlich durch diese technische Procedur die gewollte Wirkung erreicht, dass Meisterschaft bewiesen ist.

Nächst diesem Balustraderelief steht im Wollen und Gelingen der malerischen Wirkung der sogenannte kleine Fries vom Altar. Hinter- und übereinander -Anordnen von Gestalten, landschaftliche Gründe, wie man sie sonst als eine Domäne der Malerei anzusehen pflegte, fallen hier in die Augen; ich sehe das Gelingen malerischer Behandlung zumal an Einzelheiten, wie den oberen weiblichen Gestalten in der Szene des Schiffsbaues; nur halb ausgeführt gewinnen sie Etwas von Luftperspektive, wie die Conturfiguren im Hintergrunde des Reliefs von St. Remy.

Dem ganz andersartigen Gegenstande der Darstellung nach und dem anders als beim kleinen Friese mehr auf Wirkung in's Grosse und in einige Ferne hinweisenden Platze am Baue entsprechend, ist das Gigantomachierelief ohne Hintergründe gehalten. Ich will abwarten, ob Andere, wie Overbeck in der neuesten Auflage seiner Geschichte der griechischen Plastik (S. 257) geradezu einen von älteren Mustern herübergenommenen, sogenannten echteren Reliefstil in der Gigantomachie finden werden; ich kann es bei näherem Überlegen nicht. Ich entnehme einem Gespräche von einsichtigen Fachgenossen, dem ich zuhören konnte, die Beobachtung, wie die Aufhebung des Grundes hinter den Figuren und damit ihrer Silhouette hier auf das Weiteste getrieben ist; man sagte, am Parthenonfriese könne man wohl den Grund vergoldet und die Figuren darauf in klaren Umrissen sich abhebend denken, an den Gigantomachiereliefs aber würde eine besondere Färbung des Grundes für das Auge nur Flecken liefern.

So weit glaube ich zur Genüge ausgeführt zu haben, wie Hand in Hand mit der besonderen Technik des Eintiefens der Steinreliefs eine malerische Wirkung schliesslich bei den Griechen erreicht wurde. Es ist noch ein Mal daran zu erinnern, dass ebensowohl zwingend von der Technik vorgeschrieben, da man von einer ebenen Oberfläche des Marmorblockes ausging, wie unter übereinstimmend wirkender Rücksicht auf die tektonischen Flächen, auf denen Reliefs entstanden, bei aller Eintiefung des Grundes und bei aller immer weiter geführten Rundmodellirung der Gestalten eine ebenmässige Ruhe der Oberfläche dem griechischen Relief eigen blieb. Diese Eigenheit kann auch wieder in Anschlag gebracht werden, wenn man über den technischen Hergang bei den griechischen Reliefs noch weiter, als bisher hier berührt

wurde, klar zu werden sucht. Dem Relief in Stein könnte der Charakter der Steintechnik nicht so dominirend aufgeprägt sein, wenn das Modell in weichen Massen, mag man es sich nun gleich gross oder schüchterner nur in kleinem Maassstabe der Ausführung in Stein vorangehend denken, stehender Gebrauch in den griechischen Werkstätten gewesen wäre. Wenn Kekulé in seiner Besprechung der Rolle, welche das Modell in der alten Skulptur spielte oder nicht spielte (die Gruppe des Menelaos S. 19) gelegentlich zugiebt, man möge sich bei vielen Reliefs mit einer Vorzeichnung auf die Marmorfläche als alleinige Vorarbeit der Ausführung begnügt haben, so scheint mir, dass der ganze Charakter des griechischen Reliefs dafür spricht, dieses hier wie ausnahmsweise Zugelassene vielmehr als die Regel anzunehmen, damit zugleich nicht Einsetzen fertiger Reliefs, sondern Ausführung am Bau, wenn sie einem solchen angehörten. Zu dem, was unter Andern Michaelis (Parthenon S. 205) hierfür angeführt hat, treten jetzt alle die Indicien hinzu, welche die Ausführung der pergamenischen Reliefs erst am Bau selbst fast beweisen.

Ich will, wie schon gesagt, es nicht versuchen, ähnlich wie von dem Steinrelief und seiner technisch eigenthümlich bedingten Art, vom Metall-, vom Holz-, vom Thonrelief, von Reliefs in absonderlichen Steinarten (Cameen z. B.), die wieder besondere Bedingungen mit sich bringen mochten, zu handeln, einfach weil ich hier weniger beobachtet habe. Es muss vorbehalten bleiben, bei einem Eingehen darauf meine bisherige Ausführung weiter zu führen, sie entweder zu bestätigen oder auch zu modificiren.

Wenn wir aber gefunden haben, dass das Relief bei den Griechen sich in einer namentlich auch technisch eingeschränkten Richtung auf das Malerische hin entwickelte und am Ende der Entwicklung dieses Ziel erreichte, so ist damit der zweite der beiden Hauptpunkte, die wir bei unserer Erörterung vorangestellt haben, bereits erwiesen, dass nämlich das Relief bei den Griechen namentlich der Malerei gegenüber nicht etwas so für sich Gesondertes war, wie bei uns herrschende Vorstellung ist. Es erscheint der Malerei gleichartiger, als man zuzugeben geneigt war, es kann sogar richtiger als eine besondere Art der Malerei, denn als ein Zweig der Plastik angesehen werden, und jedesfalls, so gut man vom Reliefcharakter der antiken Malerei gesprochen hat, kann man vom malerischen Charakter des griechischen Reliefs sprechen. Dies soll im Folgenden geschehen.

Zuvor darf man wohl an das heute allgemein Zugestandene erinnern, dass in der griechischen Kunst überhaupt Plastik und Malerei nicht so scharf, wie bei uns herrschende Praxis und Theorie geworden ist, als Darstellung durch Form und Darstellung durch Farbe geson-

dert waren. Um so weniger kann es dann auffallen, die Darstellung auf der Fläche mit Farbe und Form gleichzeitig, mit stärkerer Betonung bald des Einen, bald des Anderen, mit Ausschliessung des Einen oder des Anderen, im Entwicklungsgange einheitlich verbunden zu sehen.

Nirgends liegt uns die praktische Gleichstellung von Malerei und Relief so vor Augen, wie in den attischen Grabreliefs. Die Sammlung der letzteren im Auftrage der Wiener Akademie — es mögen zwischen 2000 und 3000 Exemplare zusammengekommen sein — hat mir diese Thatsache erst voll vor Augen geführt und hierdurch ist gewiss meine Auffassung wesentlich beeinflusst. Es galt in weiteren Kreisen fast für eine Curiosität, als, nachdem frühere Hinweisungen wenig Beachtung gefunden hatten, durch L. Ross einige ohne alles Relief mit Farbe auf den Marmor gemalte Bilder auf Grabstelen aus dem Piräeus bekannt gemacht wurden. Wie gross jetzt die Zahl solcher Grabstelen nur mit Malerei ist, habe ich nicht nachgezählt, aber sie geht gewiss in die Hunderte, wobei die nach vollständigem Verschwinden aller Farben als leere Platten auf uns gekommenen Stelen natürlich mitzählen müssen. Wir dürfen, wir müssen die Malerei als einmal auf ihnen vorhanden annehmen, wenn es auch nicht oft gelingen kann, wie durch Loeschke's und Thiersch's glänzende Entdeckung an der Lyseasstele, auf einer seit Jahrzehnten als leer geltenden Platte wirklich noch das Farbenbild wieder bestimmt zu entziffern. Wie Umrisszeichnung mit Farbe und Einritzen der Conturen als eine wesentlich gleichartige Technik neben einander hergehen (man kann an die Inschriften erinnern, an die Vorritzungen der Vasenmaler, an die der pompejanischen Wandmaler), so erscheinen auf einer Anzahl von Grabstelen die Umrisse der Gestalten oder der Ornamente scharf eingeritzt, weiter war das Bild nur mit Farbe ausgeführt. In häufigeren Beispielen beginnt dann aber jenes Ausschaben des Grundes um die Umrisse, wie an der Stele des Glaukias und der Eubule (Tafel IX), in der wir die Genesis der Relieftechnik, als Hinzutreten leichter plastischer Hülfe zur farbigen Darstellung, aufgewiesen haben. Den Anfang einer Relieftechnik ohne Malerei dürfte es überhaupt nie gegeben haben, stärker und stärker hat sich aber die Reliefhülfe für die Darstellung auf der Fläche in den Vordergrund gedrängt und hat die Farbe gewiss zuletzt vielfach verdrängt. Es ist höchst beachtenswerth, dass an den pergamenischen Reliefs, wo mit der Form allein die malerische Illusion in so hohem Grade erreicht ist, keine Spur von Farbe sich hat auffinden lassen, während doch in den starken Tiefen dieser Reliefs bei der geschützten Aufbewahrung in der Festungsmauer, in der sie grossentheils verbaut waren, solche

Spuren, wenn Farbe ursprünglich da war, sich besonders gut hätten halten müssen. Die Sache scheint sich so zu verhalten, dass mit dem sogenannten echten Reliefstil, mit dessen Betonung der Silhouette, die Farbe regelmässig verbunden blieb, mit dem Malerischwerden des Reliefs die Farbe eher zurücktrat. Nirgends ist hier eine scharfe Grenze zu erkennen. Die bildliche Darstellung wird bald mehr auf die eine, bald mehr auf die andere Weise herbeigeführt. Besonders merkwürdig sind aber Bilder, in denen die Hauptsachen plastisch herausgehoben, die Nebensachen nur in Malerei ausgeführt wurden. Solche finden sich wiederum auf Grabstelen und ein besonders evidentes Beispiel der Art besitzt das K. Museum (Griech. Cab. n. 232A); sonst nennt man immer gern die Grabstele des Demokleides in der Sammlung der archäologischen Gesellschaft zu Athen (Sybel 95). Diese Art von stellenweiser Unterstützung der Malerei durch Form und stellenweisem blossem Malen findet ihre lehrreiche Parallele in der Vasenmalerei, wenn diese für die Hauptfiguren bunte Farbe zu Hülfe nimmt, die Nebenfiguren aber in den Farben ihrer gewöhnlichen Technik (Thongrund auf Schwarz) belässt. Ich nenne beispielsweise die Thetisvase aus Rhodos im britischen Museum (The fine arts quarterly review 1864, zu S. 1 ff.). Noch weiter geht die Analogie an der Vase des Xenophantos in Petersburg, wo die Hauptfiguren bunt und erhaben sind (Stephani 1790).

Kennen wir einmal eine solche Praxis der Reliefmalerei als bei den Griechen üblich, so ist damit der Weg gebahnt zum richtigen Verständniss vieler der Spätzeit griechischer Kunst oder, wie man mit zu enger Ziehung der Grenzen meinte, der römischen Kunst entstammender Reliefbilder mit landschaftlichen Hintergründen, dergleichen Helbig (Untersuch. S. 360, Anm. 7) und Woermann (Landschaft S. 296 ff.) aufgezählt haben. Sie seien offenbar Copien von Gemälden, meinte schon Tölken, und dieses Übertragen aus einer Kunstgattung in die andere, wie man es fasste, sollte in Rom vor sich gegangen sein. Ganze Klassen römischer Reliefs, Philippi glaubte speciell die Triumphalreliefs ihrer stilistischen Eigenheit nach damit erklären zu können, sollten auf diese Weise entstanden sein. Es ist, wie gesagt, Schreiber's Verdienst (Arch. Zeitung XXXVIII, S. 155 f.), auch ohne die Reliefs von St. Remy genauer zu kennen und bevor die Reliefs des kleinen Frieses von Pergamon derartige Theorien umstiessen, es gut und richtig ausgesprochen und dargelegt zu haben, dass solche malerische Reliefbilder für Reliefausführung erfunden, nicht erst durch Übersetzung entstanden seien, und zugleich diese Art der Reliefbehandlung in die hellenistische Zeit zurückdatirt zu haben, worin ihm Overbeck kürzlich gefolgt ist. Es versteht sich, dass wenn

Gemälde und Reliefs ihrer Art nach so wenig unterschieden waren, Nachbildungen eines Gemäldes in Relief, wie man sie angenommen hat, im Einzelnen in der That um so eher vorkommen konnten; dass also aus der malerischen Composition, welche uns am besten in dem Mosaik der Alexanderschlacht erhalten ist, die Wiederholungen auf etruskischen Grabreliefs herrühren, Orest bei den Tauriern auf Sarkophagen aus einem berühmten Gemälde herstamme, braucht durchaus nicht in Abrede gestellt zu werden.

Die ganze hiermit abzuschliessende Auseinandersetzung läuft etwa auf Folgendes hinaus. Was wir uns als zwei gesonderte Kunstarten, Relief und Malerei, zu denken pflegen, das machte bei den Griechen eng verbunden den gleichen Gang der Entwicklung durch, die altgriechische Malerei nach unserer Ausdrucksweise reliefartig, d. h. dem altgriechischen Relief verwandt, ja mit ihm fast identisch, das spätgriechische Relief bei der malerischen Durchbildung anlangend, welche auch die griechische Malerei selbst erst allmälig und spät von Polygnot durch Apollodor zu Zeuxis und Apelles hin erreicht hat. Das Relief war hierbei allerdings durch seine Ausdrucksmittel stark gehemmt, aber bedeutend weiter als der durch seine Mittel auch eigenthümlich gehemmte Zweig der Malerei auf Thongefässen ist das Steinrelief dem Vorgehen der Wand- und Tafelmalerei zur Seite geblieben. Der römischen Kunst blieb nichts Neues zu thun mehr übrig.

Über eine neue Art und Gattung der Amphisbaenoiden, Agamodon anguliceps, mit eingewachsenen Zähnen, aus Barava (Ostafrica) und über die zu den Trogonophides gehörigen Gattungen.

Von W. Peters.

(Vorgelegt am 11. Mai [s. oben S. 515].)

Hierzu Taf. X.

Alle bisher bekannt gewordenen Amphisbaenoiden sind, eine einzige ausgenommen, mit Zähnen versehen, welche, wie bei den Iguanen, an die innere Seite der Kiefer angewachsen sind, so dass man, nach Zurückschiebung des Zahnfleisches, ihre Wurzeln bis zum Grunde sehen kann. Die Ausnahme bildet eine Art, welche dem nördlichsten Theile von Africa angehört und zuerst im Jahre 1830 von Kaup als *Trogonophis Wiegmanni* kurz beschrieben worden ist (Isis. 1830. XXIII. 880. Taf. VIII, Fig. a). Sie besitzt Zähne, welche, wie bei den Chamaeleonen und den Agamen, von den Kieferrändern ausgehen und so innig mit diesen letzteren verwachsen sind, dass sie nur Fortsätze derselben zu sein scheinen. Während nun die Zahl der uns bekannten Amphisbaenen mit angewachsenen Zähnen sich in den letzten Decennien um das Dreifache, von 14 auf 42, vermehrt hat, ist *Trogonophis Wiegmanni* mehr als fünfzig Jahre in dieser Thiergruppe mit seinen eingewachsenen Zähnen ganz isolirt geblieben. Die Entdeckung einer zweiten Form mit ähnlicher Zahnbildung ist daher von dem grössten Interesse. Wir verdanken sie dem Hrn. Dr. G. A. Fischer in Zanzibar, dessen Eifer uns schon früher mit einigen höchst merkwürdigen neuen Säugethieren und Vögeln bekannt gemacht hat, und der zwei Exemplare derselben in Barava erlangte. Das eine, ein ausgewachsenes Exemplar, ist am vorderen Ende des Kopfes verletzt, so dass ich es benutzt habe, den Bau des Schädels zu untersuchen, während das zweite junge ganz unverletzte zur Darstellung des Äusseren, namentlich der Pholidosis des Kopfes, sich am geeignetsten zeigte.

Agamodon Ptrs.

Dentes maxillarum tomiis innati. Caput superne scutis duobus, rostrali frontoparietalique, obtectum. Oculi distincti, superolaterales. Corpus subbreve; segmenta lateralia quadrangularia, dorsalia ventraliaque media minora, squamiformia; sulcus lateralis nullus, spinalis obsoletus, abdominalis medianus distinctus; pori praeanales distincti. Cauda compressa, apice acuminato.

Zähne mit den Kieferrändern aufs innigste verwachsen, die der Zwischenkiefer einfach, die der Ober- und Unterkiefer zusammengedrückt, zackig. Der Kopf wird oben nur von zwei Schildern, dem Rostrale und dem Frontoparietale bedeckt, welche seitlich scharf und rechtwinklig gegen die fast senkrechten Kopfseiten abgesetzt sind. Augen deutlich, Nasenlöcher sichelförmig. Der Körper erscheint, im Vergleich zu dem anderer Amphisbaenen, verkürzt, und die Haut ist an den Seiten in viereckige Segmente getheilt, während sie längs der Mitte des Rückens und der Bauchseite unregelmässiger, mehr rundlich oder schuppenförmig segmentirt erscheint. Es findet sich keine Spur von Seitenfurchen, dagegen eine undeutliche Spinal- und eine wohlentwickelte mittlere Abdominalfurche. Es sind wohlentwickelte Präanalporen vorhanden. Der Schwanz ist zusammengedrückt, mit zugespitztem Ende.

Diese Gattung schliesst sich durch die Kopfform mehr den *Lepidosternon* an, während *Trogonophis* durch Kopf und Körperform mehr den eigentlichen *Amphisbaena* ähnlich ist. Sie unterscheidet sich ausserdem von diesen letzteren durch den Mangel der Seitenfurchen, die Form der mittleren Rücken- und Abdominalschuppen, durch die Anwesenheit von Präanalporen und durch die Bildung des Schädels.

Agamodon anguliceps Ptrs. (Taf. X).

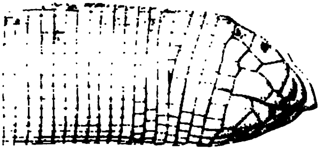
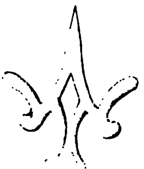
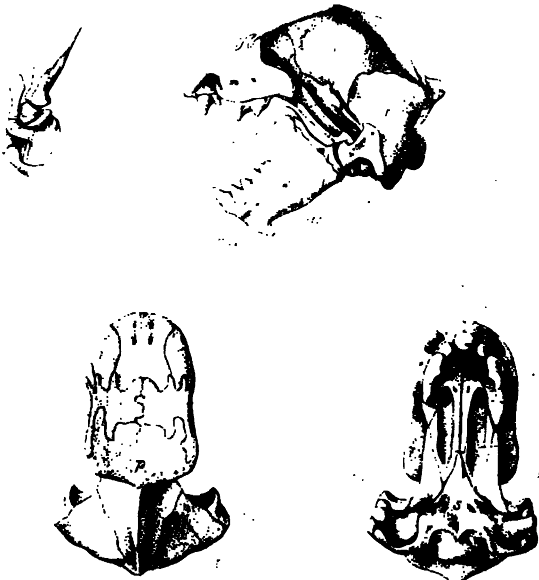
A. capite angulato, marginibus prominentibus, lateribus fere perpendicularibus; dentibus intermaxillaribus 3, maxillaribus utrinque 2, mandibularibus utrinque 5; cingulis corporis 132, caudae 17, poris praeanabibus 4, segmentis valvulae analis 8 ad 10. Flavidus, dorso nigromaculato.

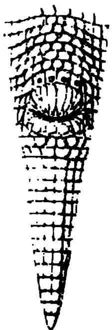
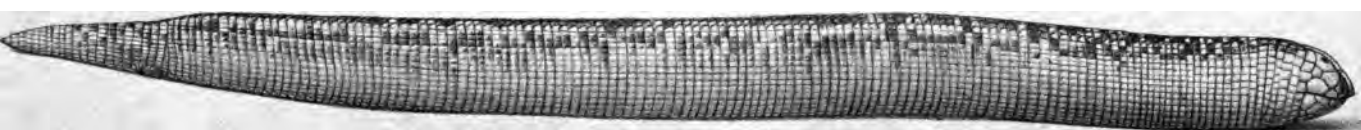
Long. tota 172^{mm}; capitis 11^{mm}; caudae 19^{mm}.

Habitatio: Barava (Africa orientalis).

Der Kopf ist von vorn nach hinten winkelig gebogen, mit vorspringenden oberen Rändern, an den Seiten abschüssig, am Schnauzenende keilförmig. Das Rostralschild erscheint, von oben gesehen, trapezoidal; mit dem längsten hintern Rande stösst es an das Frontoparietale, die äusseren, schwach bogenförmigen Ränder liegen frei und das vordere querabgestumpfte Ende ist verdickt und ragt über die Maulspalte hervor. Das Frontoparietale ist merklich länger als breit, vorn grade abgestutzt,



Agamodon anguliceps Ptrs.

an den längsten Seitenrändern schwach concav und hinten abgerundet mit einer mittleren kurzen Spitze; die Seitenränder sind erhaben, so dass die mittlere Fläche der Länge nach vertieft erscheint. Das Nasale ist mit dem ersten Supralabiale vereinigt, liegt unter den Seitenrändern des Rostrale, stösst hinten mit einem concaven Rande an das Anteoculare und legt sich nach unten an das zweite Supralabiale. Das Nasenloch ist sichelförmig, mit der Convexität nach vorn gebogen und setzt sich nach unten durch eine Furche fort, welche an dem vorderen oberen Winkel des zweiten Supralabiale endet. Das Anteoculare ist länger als hoch, unregelmässig pentagonal, stösst unten mit dem längsten graden Rande an das zweite und dritte Supralabiale, vorn an das Nasale, hinten an das trapezoidale Infraoculare und das Oculare und oben mit dem kleinsten Rande an das Rostrale und das Frontoparietale. Das Oculare ist im allgemeinen verlängert dreieckig: es stösst hinten an das obere und an einen kleinen Theil des mittleren Temporale und liegt mit seiner vorderen Spitze zwischen dem Frontoparietale und dem Anteoculare. Es sind drei Supralabialia vorhanden, von denen das erste mit dem Nasale vereinigt, das zweite länger als hoch und das dritte viel länger und auch höher als die beiden vorhergehenden ist. Zuweilen ist das zweite durch eine senkrechte Linie getheilt. Das Mentale ist auffallend verlängert, mehr als doppelt so lang, wie breit. Es sind jederseits nur drei Infralabialia vorhanden, welche viel breiter als lang sind und von denen die beiden ersten dreieckig erscheinen, das letzte pentagonal ist. In der Submentalgegend sind die mittleren Segmente klein, länglich und jederseits dringt ein grosses pentagonales Segment zwischen das zweite und dritte Infralabiale ein.

Der Körper ist an den Seiten durch flachere Längs- und tiefere Querfurchen in viereckige Segmente getheilt, ohne Spur einer Seitenfurche. Am Rücken sind die Segmente rund oder schuppenförmig, mit dazwischenliegenden viel kleineren Segmenten und es findet sich hier stellenweise eine schwache mittlere Längsfurche. Ebenso ist die Haut der Bauchmitte in mehr schuppenförmige Segmente getheilt, aber eine deutliche Mittelfurche vorhanden, welche durch kleinere Hautsegmente ausgezeichnet ist. Es sind sehr wohlentwickelte Präanalporen vorhanden und die dahinterliegende Analklappe zeigt 8 bis 10 lange Segmente, von denen die äusseren zum Theil in kleinere Abtheilungen zerfallen. Der Schwanz ist zusammengedrückt und am Ende mit einer zusammengedrückten Spitze versehen; die Hautsegmente desselben sind länglich viereckig. An beiden Exemplaren zähle ich von dem Kopfe bis zum Körperende 132, und am Schwanze 17 Querreihen viereckiger Segmente.

Die Farbe ist weissgelb. Auf dem Rücken eine Mittelreihe von grösseren unregelmässigen schwarzen Flecken, welche nach dem ersten Körperdrittel von Zeit zu Zeit in eine Längsbinde zusammenfliessen. Daneben an jeder Seite eine Reihe ähnlicher, aber viel kleinerer und noch unregelmässigerer Flecke.

Das Gebiss besteht oben aus drei Intermaxillarzähnen, von denen der mittlere hinter der Spitze eingebuchtet ist, die seitlichen dagegen viel niedriger und comprimirt sind, und jederseits aus zwei zusammengedrückten Maxillarzähnen, von denen der erste sehr gross und mit einer höheren mittleren Spitze versehen ist, während der zweite viel kleinere eine vordere höhere Spitze und einen hinteren undeutlichen Absatz hat. Im Unterkiefer stehen jederseits fünf Zähne, von denen der vorderste hoch, eckzahnförmig ist, die folgenden viel niedrigeren aber eine vordere höhere Spitze und einen hinteren niedrigen, undeutlichen Absatz zeigen. Die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers erscheinen wie Fortsetzungen der Kieferränder und sind kaum von einander zu unterscheiden, so dass sie auf den ersten Anblick einen zusammenhängenden gezackten Rand zu bilden scheinen.

Der Schädel hat auf den ersten Anblick durch seine winkelförmige Biegung grosse Ähnlichkeit mit dem von *Lepidosternon.* Das Supraoccipitale und die längere hintere Hälfte des Parietale bilden einen hohen scharfen Längskamm, neben welchem jederseits ein niedriger die Verbindungslinie der Schläfenschuppe mit dem Parietale anzeigt. Der vordere Theil des Parietale, welcher sich vorn durch eine gezackte Naht mit den Frontalia, am Aussenrande mit dem Supramaxillare verbindet, ist breit abgeplattet und bildet jederseits einen dachförmigen Vorsprung über den vorderen Theil der Temporoorbitalgrube. Die Frontalia vereinigen sich vorn durch eine tief gezackte Naht mit dem sehr breiten Intermaxillare, den Nasalia und den Supramaxillaria. Der Gaumentheil des Zwischenkiefers erscheint verhältnissmässig kürzer, die Pflugscharbeine schmäler und länger als bei *Lepidosternon.* Die Grenze zwischen dem Basioccipitale und dem Basisphenoideum ist an dem ausgewachsenen Schädel nicht erkennbar, während die Zwischennaht bei ausgewachsenen *Lepidosternon (microcephalum)* noch sehr deutlich ist. Der Gelenkhöcker des Hinterhauptes ist nicht doppelt, wie bei den pleurodonten Amphisbaenoiden, sondern erscheint einfach bogenförmig. Das Tympanicum verbindet sich einerseits fest mit der merkwürdig grossen Squama temporalis und dem Opisthoticum, andererseits mit dem Pterygoideum und hat die Gelenkrolle nach vorn gerichtet. Unter dem Tympanicum kommt der Stiel des an der Basis schüsselförmigen dicken Stapes zum Vorschein, an dessen Ende sich vorn, in einem rechten Winkel, ein kleines plattes Knöchelchen durch ein Gelenk anschliesst,

